

Herzschríttmacher und ihre Indikationen
Erfahrungen bei Patienten der I. Medizinischen Klinik
der Universität München 1963 - 1973

Arnold Bölkow

1976

Aus der I. Medizinischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. H. Schwiegk

Herzschrittmacher und ihre Indikationen
Erfahrungen bei Patienten der I. Medizinischen Klinik
der Universität München 1963 - 1973

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von

Arnold Bölkow

aus

München

1976

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Jahrmärker

Mitberichterstatter: Prof. Dr. H. Schwiegk

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 27.4.1976



Meinen lieben Eltern zum Dank für
die mir ermöglichte Ausbildung.

Herrn Prof. Dr. Jahrmärker

danke ich für die mir gegebene Möglichkeit,
ein Anwendungsgebiet meines Erststudiums aus
medizinischer Sicht kennenzulernen.

I.

Herzschrittlemher und ihre Indikationen
Erfahrungen bei Patienten der I. Medizinischen Klinik
der Universität München 1963 - 1973.

von A. Bölkow

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Behandlung von Herzschrittlemherpatienten an der I. Medizinischen Klinik	1
3. Zahl der temporären und permanenten Herzschrittlemher. Zunahme der Patientenzahl 1963 - 1973	4
4. Alter der Herzschrittlemherpatienten	8
5. Schrittmachertypen	15
6. Elektrodentypen	21
7. Indikationen für den temporären Schrittmacher	25
a) Der temporäre Schrittmacher als Überbrückungs- maßnahme vor dem permanenten Schrittmacher, als Test und als Schutz bei medikamentösen Therapieversuchen, im Notfall und bei Digitalisintoxikation	25
b) Bradykarde Rhythmusstörungen bei Herzinfarkt	28
c) Behandlung der Extrasystolie und Tachykardie beim Herzinfarkt; Overdriving, Underdriving u.a.	35

II.

d) Schrittmacher bei Reanimation	37
8. Spezialverfahren	38
a) Doppelstimulation zur Behandlung von Tachy- kardien	38
b) Doppelstimulation zur postextrasystolischen Potenzierung bei Herzinsuffizienz	39
c) Vorhofstimulation zur Diagnose einer Angina pectoris	40
d) Vorhofstimulation als diagnostisches Hilfs- mittel, um zwischen Myokarddisfunktion und Mitralstenose zu unterscheiden	41
e) Provokation eines WPW-Syndroms	41
f) Doppelstimulation zur Messung der Refraktär- zeit und weitere elektrophysiologische Meß- verfahren	42
g) Vorhofstimulation zur Aufdeckung von Leitungs- störungen und zur Prüfung des Sinusknotens	43
9. Indikation zum permanenten Schrittmacher	43
a) Klinische Symptome	44
b) Rhythmusstörungen	54
c) Medikamentöse Therapie vor der Schrittmacher- implantation (Orciprenalin, Herzglykoside)	61
d) Blockformen	63
10. Grundkrankheiten des Herzens	66
11. Begleitkrankheiten	70

III.

12. Frühkomplikationen	72
a) Störungen der Reizübernahme	72
b) Parasystolie	75
c) Extrasystolie	76
d) Seltene Komplikationen	78
13. Interne Therapie nach Schrittmacherimplantation ...	79
a) Senkung der myokardialen Reizschwelle	79
b) Behebung einer Parasystolie	80
c) Unterdrückung von Extrasystolie und Tachy- arrhythmie	81
d) Behandlung der Herzmuskelinsuffizienz	81
e) Therapie koronarer und peripherer Durch- blutungsstörungen	82
f) Statistik zur internen Therapie	82
14. Einfluß der Schrittmachertherapie auf den Hyper- tonus	84
15. Langzeitverlauf und Überlebensdauer	93
16. Zusammenfassung	93
17. Literaturverzeichnis	101
18. Anhang	112
19. Lebenslauf	130

1. Einleitung

1959 berichtete SENNING über die Implantation eines künstlichen Herzschrittmachers beim Hund. CHARDACK und Mitarbeiter wandten diese Elektrostimulation 1960 erfolgreich beim menschlichen Herzen an. Erstmals drei Jahre später wurde an der I. Medizinischen Klinik der Universität München die Implantation eines Herzschrittmachers veranlaßt. Heute sind sich alle Autoren, die auf dem Gebiet der Herzrhythmusstörungen tätig sind, darüber einig, daß die Implantation von Herzschrittmachern bei einer ganzen Reihe von Herzrhythmusstörungen die Therapie der Wahl ist und gegenüber der medikamentösen Therapie den Vorrang hat. Der künstliche elektrische Herzschrittmacher ist ein wichtiges Beispiel für den technischen Ersatz einer Organfunktion. Aufgrund der wachsenden Erfahrungen mit Herzschrittmachern und ihrer technischen Verbesserungen weitet sich das Indikationsgebiet zunehmend aus. Dies kommt auch in der vorliegenden Studie zum Ausdruck.

2. Behandlung von Herzschrittmacherpatienten in der I. Medizinischen Klinik

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit Herzschrittmacherpatienten, die in den Jahren 1963 bis 1973 in der I. Medizinischen Klinik der Universität München stationär behandelt wurden. Der Klinik fallen dabei verschiedene Aufgaben zu. Die erste

und wichtigste besteht darin, die Indikation zur Implantation eines temporären oder permanenten Herzschrittmachers zu stellen. Dazu besitzt die kardiologische Abteilung die nötigen apparativen Einrichtungen, insbesondere zur Monitor-Überwachung des Herzrhythmus, zur Bandspeicheraufzeichnung und gegebenenfalls zur telemetrischen Registrierung des Elektrokardiogramms. Die Implantation des permanenten Herzschrittmachers ist Aufgabe der Chirurgischen Klinik, während die temporäre Schrittmacherapplikation in der Medizinischen Klinik durchgeführt wird, und zwar entweder vorübergehend, bis sich das Reizleitungsgewebe des Herzens erholt hat, oder als Vorbereitung bis zur Implantation eines permanenten Herzschrittmachers. Diese zweite Aufgabe, die Anwendung eines temporären extrakorporalen Schrittmachers, hat die Bedeutung einer Überbrückung der durch die Herzrhythmusstörung aufgetretenen Notsituation, zumindest aber der Sicherung des Patienten, bis die Implantation des permanenten Herzschrittmachers durchgeführt werden kann. Gleichzeitig kann die Richtigkeit der Indikation zur Implantation eines permanenten Herzschrittmachers durch den hämodynamischen und klinischen Therapieerfolg nach Legung des temporären Herzschrittmachers bewiesen werden.

Eine dritte Aufgabe der Medizinischen Klinik besteht darin, Patienten zur Nachbehandlung nach der Implantation eines permanenten Herzschrittmachers von der Chirurgischen Klinik zu übernehmen. Dies hat zwei Gründe: Erstens muß mit Störungen der Impulsübernahme gerechnet werden, insbesondere durch Sonden-

dislokation; deshalb ist eine Überwachung nach der Operation angezeigt. Gelegentlich wird eine Rückverlegung in die Chirurgische Klinik zur Reposition der Elektrode erforderlich. Zweitens kommen Parasystolien und Extrasystolien vor, die eine entsprechende interne Therapie mit Antiarrhythmika erfordern. Außerdem erfordert die bei Schrittmacherpatienten häufig gleichzeitig vorliegende Herzinsuffizienz eine entsprechende Therapie, zumal die Digitalisierung oft erst nach der Implantation des Herzschrittmachers durchführbar ist und den optimalen Effekt erzielt.

Die Herzschrittmacherpatienten, die in die Medizinische Klinik der Universität München zur Behandlung kamen, wurden von verschiedenen Seiten eingewiesen: Erstens direkt vom Hausarzt; zweitens aus internen Abteilungen anderer Kliniken, die nicht die entsprechenden Erfahrungen mit der Indikationsstellung von Herzschrittmachern oder nicht die nötigen apparativen Einrichtungen besitzen. Eine kleinere Gruppe besteht aus Patienten, die als Notfall bei Herzrhythmusstörungen oder Asystolien eingeliefert wurden, oder bei denen im Rahmen einer akuten Erkrankung, insbesondere bei Herzinfarkt, derartige Komplikationen auftraten. Eine große Gruppe setzt sich, wie schon erwähnt, aus jenen Patienten zusammen, die nach der Implantation eines permanenten Herzschrittmachers von der Chirurgischen Klinik zur Überwachung überwiesen wurden. Neuerdings spielt auch die diagnostische externe Schrittmacherstimulation insbesondere zur Aufdeckung latenter oder unklarer Störungen der Erregungsbildung und -leitung eine Rolle.

3. Zahl der temporären und permanenten Herz-
schrittmacher. Zunahme der Patientenzahl
1963 - 1973

In den Jahren zwischen Januar 1963 und September 1973 wurden insgesamt 200 Herzschrittmacherpatienten an der I. Medizinischen Klinik der Universität München behandelt bzw. diese Patienten konnten aufgrund der Archivunterlagen festgestellt werden +). Abb. 1 zeigt, wie sich die Zahl der Herzschrittmacherpatienten auf die einzelnen Jahre verteilt. Sieht man von 1966 und 1969 ab, so ist ein steter Anstieg festzustellen, der sogar stärker als linear zu sein scheint. NAGER (1973), FRIEDMANN (1972) und SÄUBERLI et al. (1972) konnten ganz ähnlich aussehende Diagramme aufstellen.

Es ist zu diskutieren, wie dieser Anstieg zu erklären ist. Man muß hier mehrere mögliche Faktoren in Betracht ziehen. Durch die Einführung der transvenösen Elektroden ist das Operationsrisiko stark abgesunken, wodurch in der Folgezeit ein wesentlich

- +) Voraussetzung für die Erfassung war die Diagnose Herzschrittmacher in der Diagnosenkartei des Archivs. Dadurch sind die permanenten Schrittmacher in etwa vollständig erfaßt (einige wissenschaftlich anderweitig ausgewertete Fälle können fehlen) nicht jedoch die temporären Schrittmacherapplikationen. Insbesondere diagnostische Stimulationen und Schrittmacher im Rahmen der Reanimation sind in der Regel nicht erfaßt, ebenso die temporäre Anwendung im Rahmen der Diagnostik von Rhythmusstörungen.

Abb. 1: Zahl der temporären und permanenten Herzschrittmacher pro Jahr (1973 Jan. - Sept. als gestrichelte Linie auf das ganze Jahr umgerechnet).

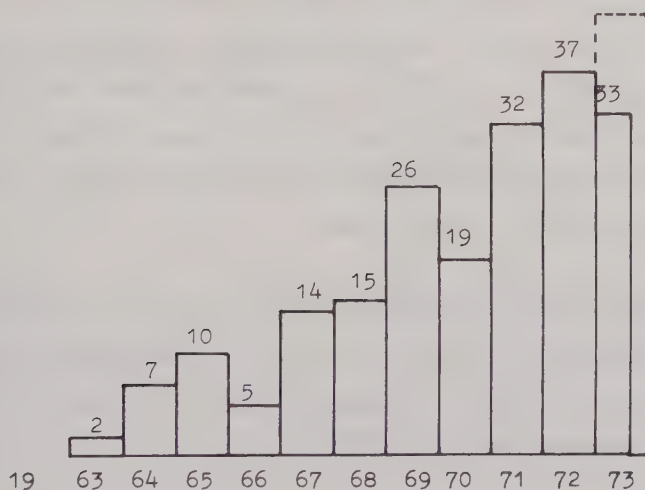


Abb. 2: Aufschlüsselung zwischen temporärer und permanenter Herzschrittmacher-Applikation

	eigene Beobachtungen		SEREMITS et al. (1973)	SCHIEFFER et al. (1971)
	n	%	%	%
nur permanent	64	32	26,6	40
nur temporär	14	7	37,4	0
temporär + permanent	122	61	36	60
Gesamtzahl der Herzschrittmacher	200	100	100	100

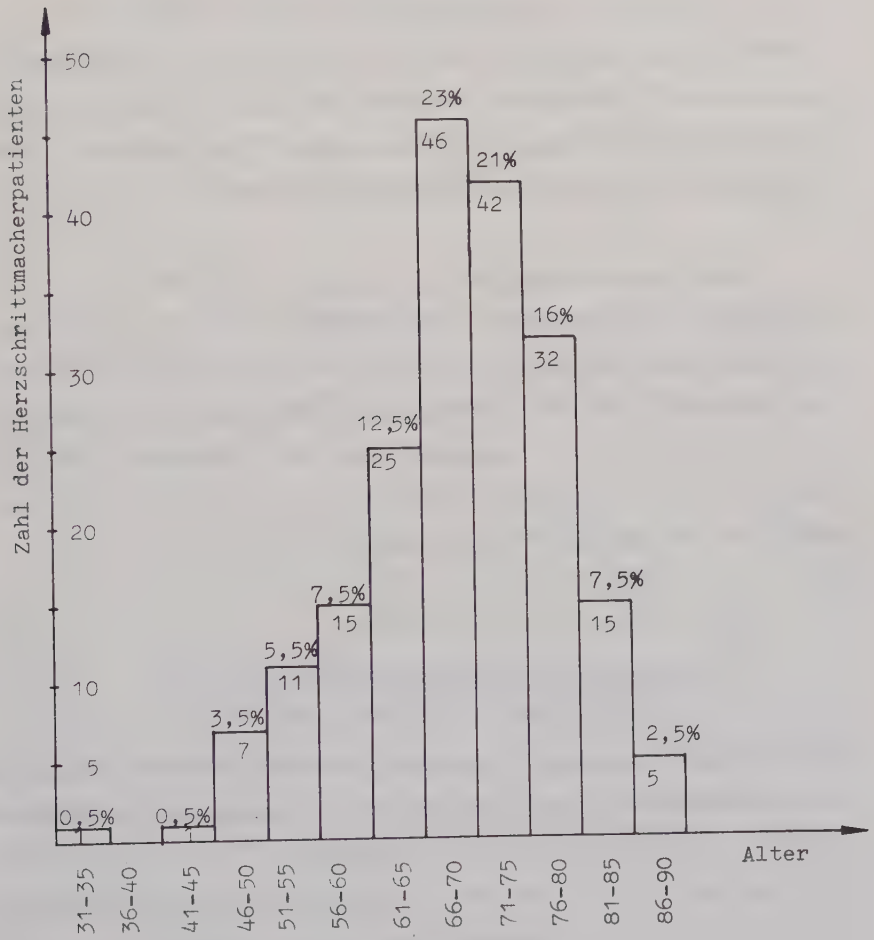
größerer Patientenkreis für die Implantation in Frage kam, besonders ältere Menschen, die oftmals durch zusätzliche Krankheiten stark belastet sind. Einen zweiten Faktor stellt die Tatsache dar, daß sich das Indikationsgebiet ständig ausweitet, so daß mehr Patienten für die Implantation in Frage kommen. Unter anderem hat die Einführung der Bedarfs-(demand-)Schrittmacher sehr zur Erweiterung der Indikation beigetragen, weil dadurch das Risiko der Schrittmacherparasystolie weitgehend beherrscht wurde und auch intermittierende Rhythmusstörungen damit für die Schrittmachertherapie in Frage kamen.

FRIEDMANN (1972) vertritt die Ansicht, daß die Zunahme der Herzschrittmacherimplantation durch die Verbesserung der technischen Möglichkeiten und die Verbreiterung der Indikationsstellung zu erklären ist.

SÄUBERLI et al. (1972) vertreten die Ansicht, daß bei den Ärzten der regionalen Krankenhäuser und bei den praktizierenden Ärzten eine Aufklärung notwendig wäre, so daß jeder Arzt weiß, daß eine Herzschrittmacherimplantation heute keine gefährliche Operation mehr darstellt, damit bei jedem gesicherten Adams-Stokes-Syndrom eine Schrittmacherimplantation auch durchgeführt wird.

Abb. 2 gibt darüber Aufschluß, wie viele der 200 Patienten einen temporären Schrittmacher und wie viele einen permanenten bekamen. Die größte Patientengruppe mit 61 % erhielt zur Vorbe-

Abb. 5: Altersverteilung der Herzschrittmacherpatienten mit temporärem oder permanentem Herzschrittmacher;
 Durchschnittsalter: 68,6 Jahre; ältester Patient: 90 Jahre;
 jüngster Patient: 35 Jahre.



reitung vor dem permanenten Schrittmacher einen temporären. Das zweitgrößte Kollektiv mit 32 % bekam nur einen permanenten. 7 % wurden nur temporär stimuliert.

In guter Übereinstimmung hierzu geben SCHIEFFER et al. (1971) für die Patientengruppe mit temporärem und permanentem Schrittmacher einen Anteil von 60 % an. Auch er führt vor der Implantation des permanenten Impulsgebers die temporäre Stimulation häufig, aber nicht routinemäßig durch.

Zieht man zum Vergleich die Angaben von SEREMITS et al. (1973) heran, so fällt auf, daß die Gruppe von 37,4 %, die nur temporär einen Schrittmacher bekam, bemerkenswert groß ist. Dies ist offenbar durch eine breitere Indikationsstellung bedingt. Aus ihren weiteren Zahlenangaben läßt sich schließen, daß von diesen Autoren der temporäre Schrittmacher auch fast routinemäßig vor dem permanenten eingesetzt wird.

4. Alter der Herzschrittmacherpatienten

Abb. 3 gibt einen Überblick über die Altersverteilung. Das Durchschnittsalter lag bei 68,6 Jahren. Der jüngste Patient war 35, der älteste 90 Jahre alt. 70 % sind älter als 66. Hieraus geht hervor, daß die Herzschrittmacherbehandlung zahlenmäßig gesehen vorwiegend eine Therapie der älteren Menschen ist. Dies ist mit den zugrunde liegenden Herzerkrankungen zu erklären, bei

denen arteriosklerotische Herzleiden im Vordergrund stehen. Es bleibt abzuwarten, ob durch die Erweiterung der Indikationsstellung eine Änderung der Altersverteilung eintritt.

Ein Vergleich mit der Altersverteilung anderer Autoren bestätigt unser Ergebnis (Abb. 4). Die meisten Patienten sind 60 - 80 Jahre alt. Bemerkenswert ist noch, daß alle Autoren auch Patienten nennen konnten, deren Alter sich zwischen 80 und 90 bewegte. Größere Unterschiede herrschen hingegen bei den jüngeren Jahrgängen unter 40.

In Abb. 5 sind die Ergebnisse einiger Autoren bezüglich des Durchschnittsalters zusammengestellt. Je jünger die Veröffentlichung, desto höher war das Durchschnittsalter. Von 1968 bis 1972 stieg es von 63 auf 68 Jahre an.

In unserem Krankengut waren von den 200 Patienten 109 Männer und 91 Frauen. Das Durchschnittsalter der Männer betrug 68,8, das der Frauen 68,2. Ein signifikanter Unterschied besteht nicht. Wie Abb. 6 und Abb. 7 zeigen, ist auch die Altersverteilung bei beiden Geschlechtern sehr ähnlich. Geringfügige Unterschiede mögen mit dem etwas unterschiedlichen Altersgang des arteriosklerotischen Herzleidens bei Männern und Frauen zusammenhängen. Auch SCHULTEN et al. (1973) berechnen für Männer und Frauen gleiches Durchschnittsalter (Abb. 8).

Abb.4: Vergleich der Altersverteilung mit der anderer Autoren;
 Angaben in %, bezogen auf die jeweilige Gesamtzahl an Patienten

Autor	Lebensjahre									
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	
eigene Beobachtungen				0,5	4,0	13	37	36	10	
SEREMITS et al. (1973)					2	8	31	49	10	
HAGER und WINK (1970)		1		2	5	13	38	35	6	
STAPENHORST et al. (1970)		3		9		13	38	31	6	
KLEIN (1970)			2		5	5	40	46	2	
SCHLOSSER et al. (1972)		2	1	2	6	16	47	23	2	

Abb.5: Durchschnittsalter von Herzschrittmacherpatienten,
Angaben mehrerer Autoren aus Veröffentlichungen
verschiedener Jahre

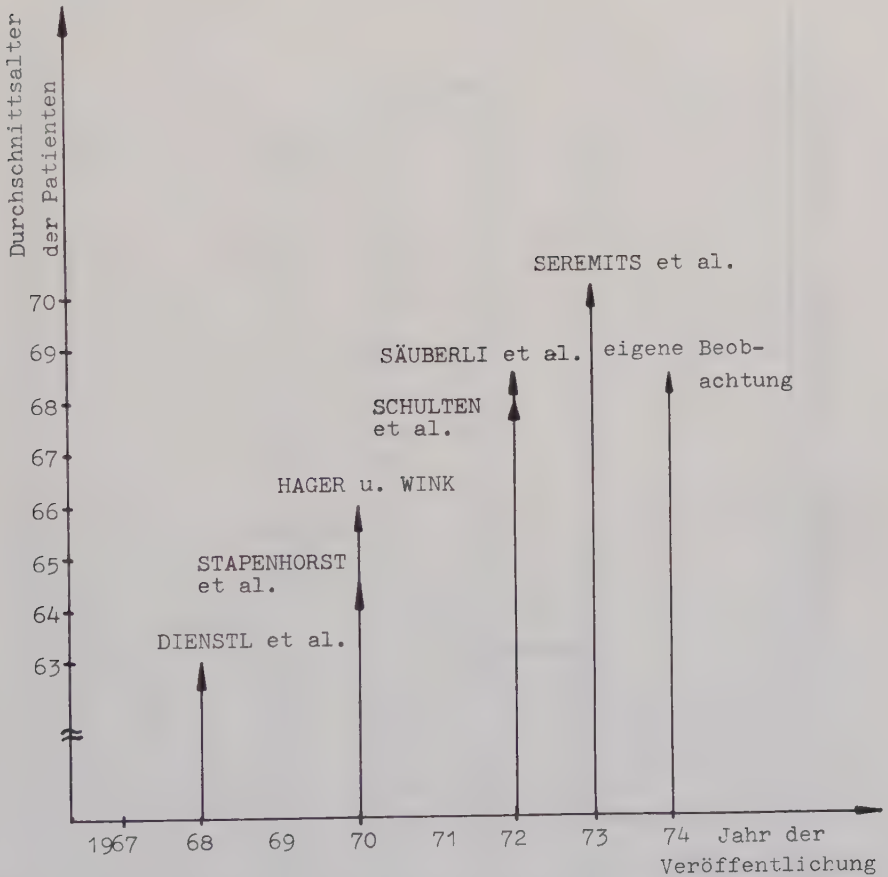


Abb.6: Altersverteilung der männlichen Herzschrittmacherpatienten

Gesamtzahl der Männer: 109

Durchschnittsalter: 68,8 Jahre

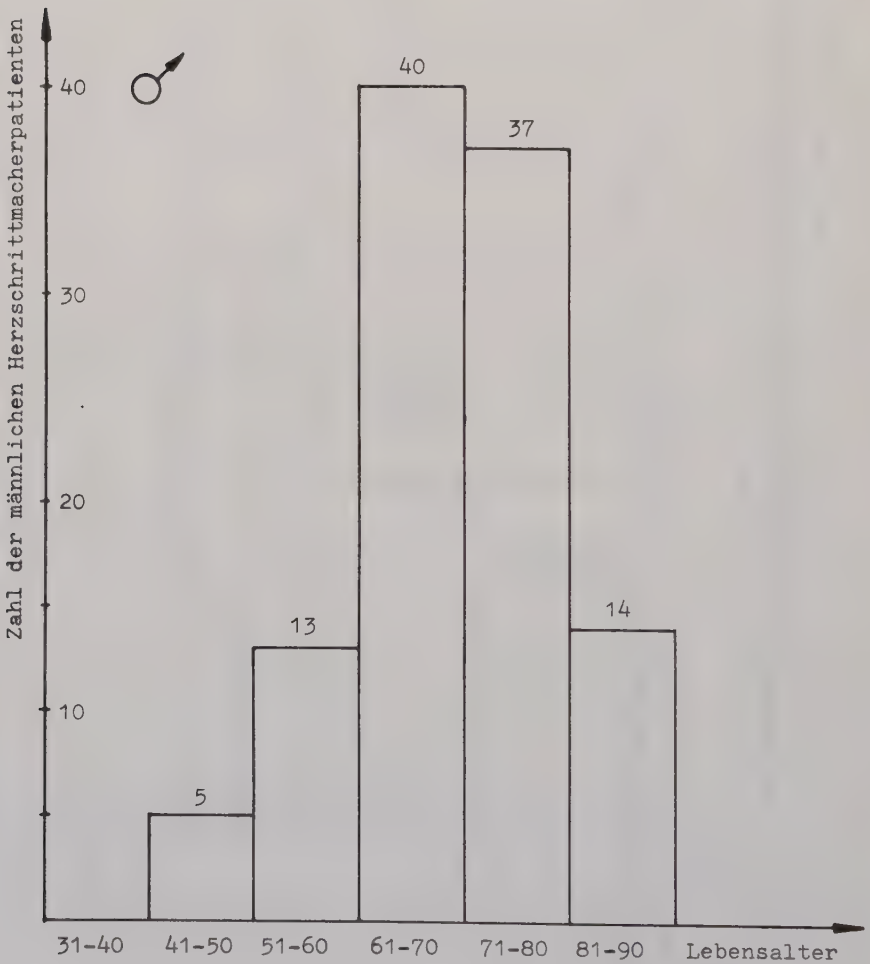


Abb. 7: Altersverteilung der weiblichen Herzschritt-
macherpatienten; Gesamtzahl der Frauen: 91;
Durchschnittsalter: 68,2 Jahre

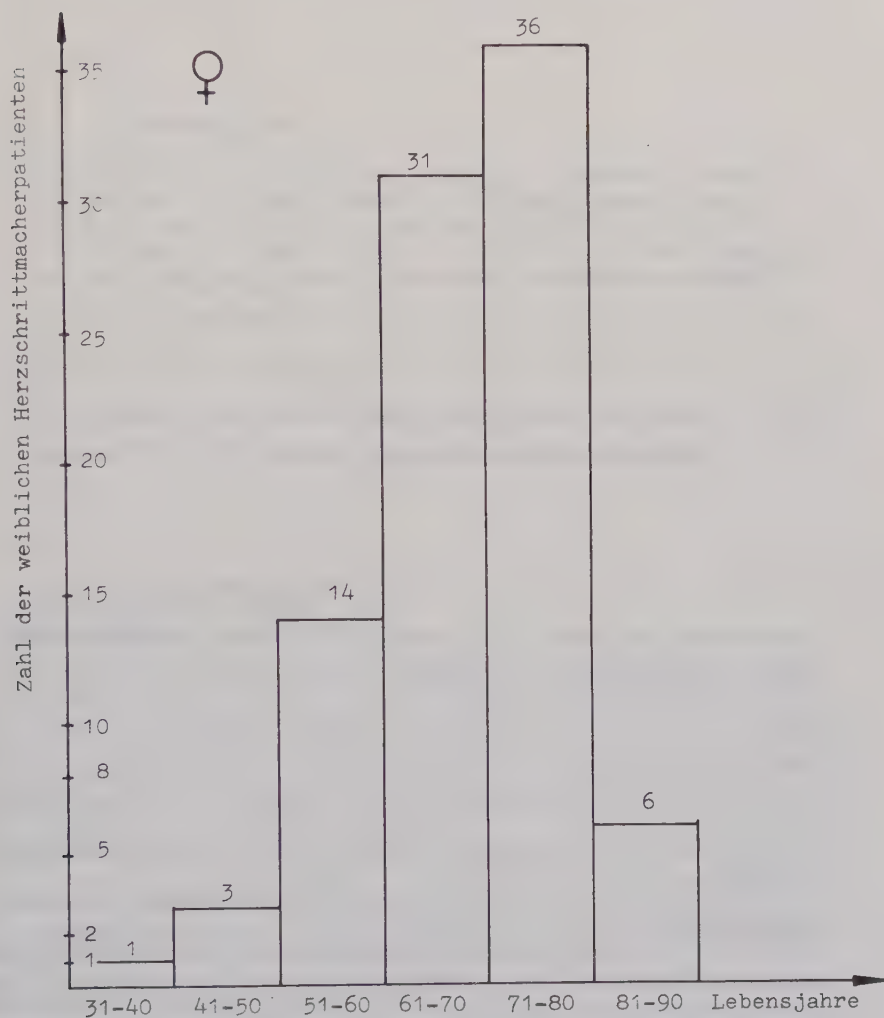


Abb. 8 : Durchschnittsalter von männlichen Herzschrittmacherpatienten im Vergleich zu dem der weiblichen

		♂	♀
eigene Beobachtung	1974	68,8	68,2
SCHULTEN et al. (1973)	1973	68	68

Abb. 9 : Zahl der männlichen Herzschrittmacherpatienten
bezogen auf die der weiblichen

		♂	♀	♂ : ♀
eigene Beobachtung	1974	109	91	1,2 : 1
KLEIN	1970	38	20	1,9 : 1
SCHLOSSER et al.	1972	172	146	1,2 : 1
SCHULTEN et al.	1973	25	24	1 : 1
SCHIEFFER et al.	1971	233	177	1,3 : 1
STAPENHORST et al.	1970	139	111	1,3 : 1
NEEF et al.	1971	57	25	2,3 : 1
HAGER und WINK	1970	105	103	1 : 1

Bei unseren Patienten war die Zahl der Männer unwesentlich größer als die der Frauen. Zu dem gleichen Ergebnis (Abb. 9) kommen fünf weitere Autoren. KLEIN (1970) und NEEF et al. (1971) allerdings haben bei ihren Patienten etwa doppelt so viele Männer als Frauen.

5. Schrittmachertypen

Zur permanenten Implantation sind verschiedene Schrittmacherschaltungen entwickelt worden. Dazu gehört der frequenzkonstante, der vorhofgesteuerte, der QRS-gesteuerte und der bifokal-atrioventrikuläre Demand-Schrittmacher. Jeder dieser Schrittmacher hat einerseits sein Indikationsgebiet, andererseits aber auch seine technischen Vor- und Nachteile.

Die elektronisch unkomplizierteste Schaltung stellt der frequenzkonstante Schrittmacher dar. Dies hat zur Folge, daß hier die Wahrscheinlichkeit am geringsten ist, daß ein Defekt vorkommt. Sein Indikationsgebiet war und ist theoretisch auch heute noch der permanente AV-Block des älteren Menschen. Die Schwierigkeit liegt aber darin, daß es in sehr vielen Fällen unmöglich ist, eindeutig einen permanenten AV-Block zu diagnostizieren, da sich gerade unter der Schrittmachertherapie die hämodynamischen Verhältnisse so bessern können, daß sich das Reizleitungsgewebe erholt, und dann gelegentlich AV-Überleitungen vorkommen, insbesondere nach Belastungen oder Situationen, die

während eines Klinikaufenthaltes schlecht zu simulieren sind. Parasystolien können entweder vom Patienten unbemerkt bleiben oder subjektiv als unangenehm empfunden werden. Außerdem haben sie zur Folge, wenn sie gehäuft auftreten, daß die hämodynamischen Verhältnisse verschlechtert werden, während der Schrittmacher genau das Gegenteil bewirken sollte. Trifft die Elektrosystole in die vulnerable Phase, so besteht die Gefahr der Kamertachykardie und des Kammerflimmerns (HALTER et al. 1972) und WITTE et al. (1971). Aus diesen Gründen wird der festfrequente Schrittmacher, der aus technischen Gründen zuerst im Vordergrund stand, heute fast überhaupt nicht mehr verwendet. An der I. Medizinischen Universitätsklinik München wird er in letzter Zeit nur in besonderen Ausnahmefällen angewandt, etwa wenn ein Demand-Schrittmacher durch einen therapieresistenten Bigeminus immer wieder ausgeschaltet wird. Nach Möglichkeit werden derartige Situationen aber bereits während temporärer externer Stimulation geklärt.

Ein Nachteil des festfrequenten Schrittmachers wie auch aller kammergesteuerten ist, daß der hämodynamische Beitrag des Vorhofes nicht ausgenutzt werden kann (HAGER 1970). Außerdem ist eine Leistungsanpassung durch Frequenzänderung nicht möglich. Gerade die Frequenzänderung stellt aber die Hauptregulation der Hämodynamik dar. Besonders der ältere Mensch ist nur mangelhaft in der Lage, eine fehlende Frequenzregulation durch Veränderung des Schlagvolumens zu kompensieren.

Abb. 1 : Aufstellung der verschiedenen Typen von Schrittmachern, wie sie in den verschiedenen Jahren angewandt wurden.

	konstante Frequenz	Demand	Stand-by	Schrittmachertyp unbekannt	temporärer Schrittmacher	insgesamt
1963	2	0	0	0	0	2
1964	4	0	0	3	0	7
1965	9	0	0	1	0	10
1966	4	0	0	1	0	5
1967	10	2	0	1	1	14
1968	7	6	0	1	1	15
1969	2	22	1	1	0	26
1970	0	17	0	1	1	19
1971	0	27	1	1	3	32
1972	0	29	0	4	4	37
1973	1	24	0	4	4	33
Summe	39	127	2	18	14	200

Der Vorteil des vorhofgesteuerten Schrittmachers liegt darin, daß er eine Frequenzanpassung bewirken kann. Durch eine Elektrode am Vorhof wird die Potentialänderung des Vorhofs und damit die Aktion des Sinus-Knotens abgetastet; danach wird der Impuls durch ein elektronisches Verzögerungsglied, das die AV-Überleitung simuliert, zeitlich verschoben und schließlich der Kammer mittels einer zweiten Elektrode verstärkt zugeführt. Es gibt eine Weiterentwicklung der Schaltung, bei der vom Vorhof auf die Kammern übergeleitete elektrische Wellen die Elektrostimulation blockieren, so daß eine zwischenzeitlich normale Herzstätigkeit nicht gestört wird. Tritt ein SA-Block ein, stimuliert der Schrittmacher die Kammern mit seiner Automatiefrequenz. Bei Vorhofftachykardien, bei Vorhoffflimmern und beim Sick-Sinus-Syndrom wäre diese Schaltung aber kontraindiziert. Der entscheidende Nachteil des vorhofgesteuerten Schrittmachers ist darin zu sehen, daß nach den bisherigen Erfahrungen eine sichere Lokalisation der transvenös-atrialen Elektrode schwierig ist. Sie müssen also epikardial befestigt werden, was nur mittels Thorakotomie oder Pericardiotomia inferior über eine Incision des Zwerchfelles geschehen kann. Diese Eingriffe haben ein erhöhtes Operationsrisiko und kommen praktisch für ältere Menschen nicht in Frage. Deshalb kommt der vorhofgesteuerte Herzschrittmacher nur bei jungen Menschen in Frage. Außerdem ist der empfindliche Sensor störempfindlich gegenüber Magnetfeldern (bei gewissen elektrischen Geräten) und unter Umständen auch gegenüber Muskelaktionen.

Der Herzschrittmacher, der heute in fast allen Fällen angewandt wird, ist der QRS-gesteuerte. Es gibt davon zwei Typen, den positiv-QRS-gesteuerten und den negativ-QRS-gesteuerten. Gleichzeitig bestehen noch zwei weitere Bezeichnungen: Demand-Schrittmacher und Standby-Schrittmacher. Ihre Bedeutung ist aber in der Literatur nicht einheitlich. Unter Demand-Schrittmacher soll hier in Übereinstimmung mit SEREMITS et al. (1973) und SYKOSCH (1971) der negativ-QRS-gesteuerte und unter Standby der positiv-QRS-gesteuerte verstanden werden.

Beim Standby-Schrittmacher löst eine normale Erregung des Herzens einen Impuls aus, der aber in die absolute Refraktärphase fällt. Erst wenn der Herzschlag für eine gewisse Zeit ausfällt (die seiner Automatiefrequenz entspricht oder auch einem leicht verlängerten RR-Intervall), übernimmt der Schrittmacher die Stimulierung mit seiner Automatiefrequenz.

Beim Demand-Schrittmacher wird der Schrittmacherimpuls durch auftretende R-Zacken unterdrückt. Bleiben diese aus, übernimmt der Schrittmacher die Stimulation mit seiner Automatiefrequenz. Sein Vorteil gegenüber dem Standby-Schrittmacher ist der geringe Energieverbrauch, sein Nachteil die Schwierigkeit, das richtige Funktionieren während Eigenrhythmus zu prüfen. Ein Vorteil besteht auch darin, daß die Beurteilung des EKG von Eigenschlägen nicht gestört ist.

Vorteil beider QRS-Schrittmacher ist, daß bei ihnen die Zahl der Parasystolien stark reduziert wird. Dies war der hauptsächlichste Grund für die Entwicklung der QRS-gesteuerten Schrittmacher. Sie sind heute so zuverlässig und haltbar, auch hinsichtlich der Lebensdauer der Batterien, daß in der ganz überwiegenden Mehrheit der Fälle dieser Schrittmachertyp verwendet wird. Der Nachteil der festen Frequenz wird bei einigen Modellen durch eine externe Frequenzverstellung (meist nur zwischen zwei Frequenzen) mittels Magneleinwirkung verringert.

MARX et al. (1971) haben mit einem bifokal-atrioventrikulären Demand-Schrittmacher gute Erfahrungen gemacht. Es führt hier sowohl zum Vorhof als auch zum Ventrikel je eine Elektrode. Der Schrittmacher besteht aus zwei Demand-Einheiten, die jeweils Vorhof bzw. Ventrikel stimulieren und über ein Verzögerungsglied, das die AV-Überleitung simuliert, zeitlich aufeinander abgestimmt sind. Obwohl diese Funktionseinheit, systemtheoretisch gesehen, das Optimale darstellt, ist vorläufig der Hauptnachteil der Schaltung, daß auch hier die Vorhofelektrode epimyokardial befestigt werden muß.

Zur temporären extrakorporalen Stimulation mittels des bifokalen transvenösen Elektrodenkatheters werden größere Batteriegeräte verwendet, welche gestatten, festfrequent oder QRS-gesteuert zu stimulieren und dabei die Stimulationsfrequenz, die Reizstärke und die Empfindlichkeit des Sensors innerhalb physiologischer Grenzen beliebig zu variieren. Eine Weiterent-

wicklung stellen Schrittmacher zur Doppelstimulation (Fa. Medtronic), zur orthorhythmischen und zur Serienstimulation (Fa. Savita/Paris) dar, die für besondere diagnostische und therapeutische Maßnahmen bestimmt sind.

In unserem Krankengut kamen, wie Abb. 10 zeigt, Schrittmacher konstanter Frequenz und vom Typ Demand wie auch Standby vor. Zwischen 1963 und 1966 wurden nur Schrittmacher mit konstanter Frequenz implantiert. Abgesehen von einem Standby konkurrierten zwischen 1967 und 1969 der frequenzkonstante mit dem Demand-Schrittmacher. Von 1970 an hatte sich der Demand-Herzschrittmacher eindeutig durchgesetzt.

6. Elektrodentypen

Beim temporären Herzschrittmacher sind folgende Elektrodenführungen möglich: 1. extern, 2. transvenös, 3. transoesophageal und 4. transthorakal. In den meisten Fällen werden bipolare Elektroden verwendet, d.h. die Sonde trägt in einem gewissen Abstand Elektroden für beide Pole.

Bei der externen Stimulation legt man Plattenelektroden auf die Thoraxwand auf, die relativ hohe Spannungen benötigen. Schmerzhafte Sensationen sind unvermeidbar. Diese Elektroden werden deshalb heute wohl kaum noch verwendet und sind nur noch von historischem Interesse.

In den meisten Fällen werden bipolare transvenös-endo-kardiale Elektroden verwendet. Hierzu stehen zwei Typen zur Verfügung. Der einschwemmbarer Stimulationskatheter kann blind gelegt werden. Er hat aber einen genügenden Blutstrom als Transportmittel zur Voraussetzung. Der andere Typ ist ein halbstarrer Stimulationskatheter, der einem üblichen diagnostischen Herzkatheter entspricht. Mit ihm gelingt auch bei sehr geringem Blutfluß eine gute Lokalisation im rechten Ventrikel. Die Einführung erfolgt von der Vena cubitalis, im Notfall von der Vena subclavia aus.

Im Notfall kann man eine Elektrode transoesophageal legen. Die Verletzungsgefahr ist gering, aber es sind relativ hohe Spannungen nötig, die nur ein Netzgerät liefern kann und bei denen mit Muskelerregungen zu rechnen ist. Eine günstige Platzierung der Sonde für die Stimulation ist problematisch. Für Notfälle hat sich die transthorakale Elektrodenführung stärker durchgesetzt. Hier wird eine elastische Nadelelektrode mittels einer dann wieder zu entfernenden Leitkanüle durch die Thoraxwand ins Myokard gestochen. Die Erfahrungen unserer Klinik mit diesem Typ sind jedoch nicht günstig, die Einführung eines Elektrodenkatheters unter Reanimationsmaßnahmen (Herzmassage usw.) wird trotz der längeren Dauer des Verfahrens vorgezogen.

Auch beim permanenten Herzschrittmacher liegt heute in fast allen Fällen die Elektrode transvenös-endokardial. Bei einem kleinen Prozentsatz muß man wegen Übernahmestörungen,

d.h. Störungen des Reizüberganges aufs Myokard, eine Reposition vornehmen. Führt diese dann dennoch zu keinem befriedigenden Ergebnis, wird eine Widerhakensonde eingesetzt. Es gibt Fälle, bei denen auch dann noch keine zufriedenstellende Überleitung vorhanden ist. In dieser Situation kommt die epikardiale Fixation in Frage, wenn der Allgemeinzustand des Patienten hinreichend gut ist. Übernahmestörungen sind in den ersten Tagen meist durch Elektrodendislokation bedingt (Röntgenkontrolle; Vorbeugung durch Armfixierung und Linksseitenlage), in den ersten Wochen durch Zunahme des Übergangswiderstandes (Reizschwellenerhöhung durch Fibrinumlagerung; evtl. durch Narbengewebe). Wenn die Sonde einige Wochen im Trabekelwerk des rechten Ventrikels liegt, bei regelmäßiger Reizübernahme, kann man mit einer jahrelang zuverlässigen Funktion rechnen.

Abb. 11 gibt einen Überblick über die Elektroden, die in unserem Krankengut eingesetzt wurden. 91,8 % der Patienten bekamen eine transvenös-endokardiale Elektrode. 4 % erhielten eine epikardiale und 4 % eine Widerhakensonde, nachdem die transvenös-endokardiale Elektrode auch nach mehreren vergeblichen Repositionen nicht zufriedenstellend überleitete (bei 2,3 % der Patienten sah man davon ab, die transvenös-endokardiale Elektrode zu entfernen). In einem Fall führte sowohl die transvenös-endokardiale als auch die Widerhakensonde zu keinem Erfolg. Beide verblieben im Ventrikel. Erst die myokardiale Elektrode arbeitete dann gut. Bei einem Patienten, der als Notfall eingeliefert wurde, wurde die transthorakale Stimulation versucht,

Abb. 11 : Aufstellung der verschiedenen Elektrodentypen;

n_1 = Gesamtzahl der Patienten;

n_2 = Patientenzahl unter Ausschuß von 27 Fällen
mit unbekanntem Elektrodentyp

	n	%	%
1. transvenös	159	79,5	91,8
2. epikardial	2	1	1,2
3. transthorakal	1	0,5	0,6
4. Widerhakensonde	6	3	3,5
1. + 2.	4	2	2,3
1. + 2. + 4.	1	0,5	0,6
Summe n_2	173		100
Art der Elektrode unbekannt	27	13,5	
Summe n_1	200	100	

da schon längere Zeit Asystolie eingetreten war.

7. Indikationen für den temporären Schrittmacher

- a) Der temporäre Schrittmacher als Überbrückungs-
maßnahme vor dem permanenten Schrittmacher, als
Test und als Schutz bei medikamentösen Therapie-
versuchen, im Notfall und bei Digitalisintoxikation

Wie Abb. 12 zeigt, wurden in unserem Krankengut 88 % aller temporären Schrittmacher vor Applikation des permanenten Schrittmachers, d.h. zur Überbrückung der Zeit zwischen Indikationsstellung und permanenter Implantation gelegt. Bei 66 % aller permanenten Schrittmacher ging die temporäre Stimulation voraus (Abb. 2). SCHIEFFER et al. (1971) geben in guter Übereinstimmung 60 % an. Wenn Adams-Stokes-Anfälle zu befürchten sind, wenn die Bradykardie hämodynamisch kritisch ist und zu kardiogenem Schock oder Herzinsuffizienz führt, ist eine temporäre Stimulation bis zur Implantation zwingend notwendig und evtl. lebensrettend. Auch während der Operation wird die Katheterelektrode zur Sicherung gegen Zwischenfälle belassen und erst dann entfernt, wenn eine einwandfreie Impulsübernahme von der permanenten Elektrode auf das Myokard gesichert ist. Wenn sich an den Tagen nach der Implantation Überleitungsstörungen aufgrund von Dislokationen oder Schwellwerterhöhungen einstellen, kann die bipolare Katheterelektrode erneut gelegt werden. Sind nur Überleitungs-

Abb.12: Indikation für den temporären Herzschrittmacher

	n	%
1. Überbrückung vor dem permanenten Schrittmacher	120	88,3
2. Vorübergehende Bradykardie bei Digitalisintoxikation	2	1,5
3. Herzinfarkt mit bradykarden Rhythmusstörungen	1	0,7
a) Vorderwand		
b) Hinterwand	4	2,9
c) Septum	1	0,7
d) Lokalisation unbekannt oder unsicher	2	1,5
4. Prophylaktisch bei Herzinfarkt mit bifaszikulärem Block	0	0
5. Notfall (Asystolie, bradykarder Schock, Adams-Stokesscher-Anfall)	5	3,7
6. Prophylaktisch bis zur endgültigen Diagnose	1	0,7
Summe	136	100

störungen ungefährlicher Art zu beobachten, (d.h. solche, die bisher zu keinen hämodynamisch kritischen Folgen führten), kann der Patient ohne temporären Schrittmacher zur Chirurgie überwiesen werden.

Während der Phase der temporären, extrakorporalen Stimulation besteht die Möglichkeit, sowohl den Effekt der Schrittmachertherapie zu testen, als auch unter Schrittmacherschutz die Wirkung von Arzneimitteln (Orciprenalin, Herzglykoside, Antiarrhythmika) für die gegebene Situation und den speziellen Patienten zu prüfen. Ein Atropinversuch geht in der Regel auch der temporären Stimulation voraus. Frequenzabhängige Extrasystolen (Extrasystolen, die mit Bradykardie zunehmen) oder die Schwierigkeit, bei Bradykardieneigung eine notwendige Digitalisierung durchzuführen, sprechen für unverzügliche, d.h. zunächst auch temporäre Schrittmacheranwendung.

Im Notfall (Asystolie, bradykardiebedingter Schock, Adams-Stokes-Anfall) bleibt ohnehin keine andere Wahl als die sofortige temporäre Schrittmacheranwendung. Es hängt dann vom weiteren Verlauf ab, ob sich eine Behandlung mit dem permanenten Schrittmacher anschließt. Dies gilt auch für eine Reihe weiterer Situationen, die in den anschließenden Abschnitten besprochen werden.

Eine typische vorübergehende Schrittmacherindikation liegt bei Digitalisintoxikation mit hämodynamisch kritischer Bradykardie vor. In der vorliegenden Serie waren zwei solche Fälle

enthalten. Bradykardie als Komplikation erforderlicher Glykosidtherapie ist dagegen eine typische Indikation für den permanenten Schrittmacher. Bei Digitalis-Bradykardie ist ein Atropinversuch erlaubt, Orciprenalin jedoch hinsichtlich Ektopie gefährlicher als Stimulation.

b) Bradykarde Rhythmusstörungen bei Herzinfarkt

Die zweithäufigste Anwendung des temporären Schrittmachers stellt die Behandlung von Myokardinfarkten mit ausgewählten bradykarden Rhythmusstörungen dar. Dies waren in der vorliegenden Serie acht Fälle (Abb. 12). Hier sind hinsichtlich der Indikationsstellung zur Zeit noch Meinungsverschiedenheiten von Klinik zu Klinik vorhanden. Man muß abwarten, bis übereinstimmende Resultate mit statistisch überzeugenden Beweisen vorliegen. Man kann auch nicht sagen, daß die Schrittmachertherapie bei Myokardinfarkt mit Bradykardie der medikamentösen Therapie grundsätzlich überlegen ist. Dies hängt vielmehr von der Situation, der Art und Schwere der Rhythmusstörung und ihrer hämodynamischen Folgen und der Wirkung des Atropinversuchs ab. In der Regel wird bei Herzinfarkt mit Bradykardie zunächst die Atropintherapie angewandt. Gegen Orciprenalin bestehen dagegen größere Bedenken (vgl. u.). Im folgenden soll die Auffassung wiedergegeben werden, die in der Literatur vorherrscht und gut begründet erscheint.

Die Letalität des akuten Herzinfarktes beträgt etwa 30 % (z.B. DECHAMPS et al. 1972 u.v.a.). Bei 5 - 9 % aller Infarkte tritt gleichzeitig ein AV-Block III. Grades auf (MICHEL et al. 1971, AMOR et al. 1970). Die Sterblichkeit dieser Gruppe steigt auf etwa 50 % und in manchen Serien noch wesentlich höher an. Daraus geht hervor, welche Bedeutung dieser Rhythmusstörung beim Herzinfarkt zukommt.

Die Indikation zum temporären Schrittmacher beim Herzinfarkt ist streng zu stellen. Die externe Schrittmachersonde ist hier nicht ohne Risiko, da die Elektrode im Infarktgebiet mechanisch Kammertachykardien oder Kammerflimmern induzieren kann. Hinzu kommt, daß die Flimmerschwelle aufgrund der Ischämie gesenkt ist, was sich bei Einfall eines Impulses in die vulnerable Phase bei einer Parasystolie auswirken würde; es sollte daher grundsätzlich nur die Demand-Schaltung angewandt und eine kontinuierliche Überwachung sichergestellt werden. In der Literatur schwanken die Angaben über die vorgenannte Schrittmacherkomplikation zwischen 0 und 16 % (MICHEL et al. 1971 und NAGER 1973). Bei den eigenen Patienten kamen schwerwiegende Komplikationen nicht vor. Durch Verwendung hochelastischer Ballon-Einschwemmsonden dürfte sich das Risiko senken lassen.

Aus klinischen Gründen muß bezüglich Indikationsstellung zur passageren Schrittmacherbehandlung zwischen Hinterwand- und Vorderwand-Infarkt unterschieden werden. Dabei kann in diesem Zusammenhang der hintere Teil des Septums, in dem der AV-Knoten

liegt, der Hinterwand zugerechnet werden, da beide in einem gemeinsamen Koronarversorgungsgebiet liegen. Entsprechendes gilt für den übrigen Teil des Septums und der Vorderwand.

Die heutige Erfahrung und Vorstellung geht dahin (KLEIN 1970, DIENSTL et al. 1971 u. MICHEL et al. 1971), daß beim Hinterwandinfarkt aufgrund der Gefäßversorgung in einem nicht geringen Prozentsatz der AV-Knoten - meist reversibel, vielleicht sekundär aufgrund von Ödemen - mit betroffen ist. Ein Herzblock I. bis II. Grades ist beim Hinterwandinfarkt nicht selten (25 % aller Hinterwandinfarkte haben einen AV-Block I. Grades, 21 % einen AV-Block II. Grades; NORRIS, 1970) und meist reversibel. Ob ein Übergang zur AV-Blockierung III. Grades droht, läßt sich allerdings nicht sicher voraussagen. Wahrscheinlichkeiten für derartige Übergänge werden von NORRIS (1970) angegeben. Da in vielen Fällen das Hische Bündel noch intakt ist, springt dort ein Ersatzknoten mit ausreichend hoher Frequenz ein. Hier kann man - das ist allerdings umstritten - möglicherweise von einer prophylaktischen Schrittmachertherapie absehen, da sich die AV-Überleitungsstörung durch Übergang vom I. über II. auf den III. Grad oftmals ankündigt. Es könnte abgewartet werden, ob der Ersatzrhythmus - wie in den meisten Fällen - hochfrequent ist oder nicht. Erst bei einer niedrigen Frequenz wäre die Applikation der Katheterelektrode zwingend.

Die Herzfrequenz ist beim Infarktpatienten von besonderer Bedeutung. Ein infarziertes Herz weist in der Regel ein ver-

ringertes Schlagvolumen auf, welches kaum noch gesteigert werden kann. Der Organismus versucht daher, durch Frequenzsteigerung ein ausreichendes Herzminutenvolumen aufrechtzuerhalten. Somit ist klar, daß das Herzminutenvolumen bei erniedrigter Frequenz in besonderem Maße absinken würde. Eine feste Grenze für eine kritische Frequenz, bei der das Herzminutenvolumen unzureichend wird, läßt sich nicht angeben. Dies hängt von der Infarktgröße und der Funktion des Restmyokards ab. Entscheidend sind daher die hämodynamischen Folgen. Der Adams-Stokes-Anfall ist Ausdruck der akuten zerebralen Sauerstoffnot, der bradykardiebedingte (bzw. -mitbedingte) kardiogene Schock ist ebenfalls als akuter Notfall anzusehen; nicht ganz so kritisch sind die Zeichen allgemeiner und besonders linksseitiger Herzinsuffizienz. In diesem Zusammenhang ist die allgemeine klinische Erfahrung bemerkenswert, daß sich Patienten mit akutem Herzinfarkt bei einer Frequenz um 100/min hämodynamisch im allgemeinen am besten befinden. Die Entwicklung geht dahin, bei gefährdeten Patienten durch fortlaufende Messung von Herzminutenvolumen, Gesamt-O₂-Aufnahme u.a. noch bessere Parameter zur Beurteilung zu gewinnen.

Die Letalität bei Rechtsschenkelblock mit linksanteriorem Hemiblock (bifaszikulärer Block) bei Infarkten im Vorderwandbereich (ohne AV-Block) ist mit 93 % extrem hoch, wenn rein medikamentös therapiert wird (DECHAMPS et al. 1972). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt NORRIS (1970), der für den Vorderwandinfarkt mit totalem AV-Block eine Mortalität von 82 % errechnet. Bei den bifaszikulären Blockformen insgesamt (ohne Berück-

sichtigung der Infarktlokalisation und ohne AV-Block) beträgt die Sterblichkeit 61 %, wobei die Gruppe mit Rechtsschenkelblock und gleichzeitig linksanteriorem Block eine noch höhere Mortalität von 65 % aufweist (DECHAMPS et al. 1972).

Der Vorderwandinfarkt geht zu einem gewissen Prozentsatz (ca. 44 %, RUPP et al. 1972) mit Rechtsschenkelblock und linksanteriorem Block einher. RUPP et al. (1972) konnten nachweisen, daß der bifaszikuläre Block in 13,6 % der Fälle in einen trifaszikulären übergeht. Es kommt dann entweder völlig zur Asystolie, oder es springt ein Ersatzrhythmus mit sehr niedriger Frequenz ein. Hinzu kommt, daß sich der Übergang vom bifaszikulären Block zum trifaszikulären oftmals nicht durch AV-Überleitungsstörungen ankündigt, sondern plötzlich auftritt. Deshalb ist hier eine Prophylaxe mit dem temporären Herzschrittmacher angezeigt, sobald sich ein bifaszikulärer Block nachweisen läßt. Ob der trifaszikuläre dann reversibel ist, scheint sehr fraglich zu sein und muß abgewartet werden. In entsprechenden Fällen schließt sich später die Implantation eines permanenten Schrittmachers an.

Die Letalität des monofaszikulären Blocks übersteigt die aller Infarkte nur unwesentlich, so daß man auf eine Prophylaxe verzichten kann (DECHAMPS et al. 1972). Anders ist die Situation beim monofaszikulären Block mit zusätzlichen AV-Überleitungsstörungen. Diese können zwar theoretisch sowohl im AV-Knoten als auch im Hisschen Bündel, aber auch in den beiden anderen

Faszikeln liegen. Der letztere Fall ist der prognostisch ungünstigste und muß zunächst einmal angenommen werden, solange das Gegenteil nicht bewiesen ist. Eine weitere Indikation für den temporären Schrittmacher beim Herzinfarkt lautet also: Monofaszikulärer Block mit zusätzlichem AV-Block I. oder II. Grades unter der Annahme eines partiellen Blocks in den beiden anderen Faszikeln; im Prinzip ließe sich hier durch His-Bündel-Elektrographie klären, ob die Überleitungsstörung in den Faszikeln lokalisiert ist oder im AV-Knoten.

Zusammenfassend ergeben sich als Indikationen zum temporären Schrittmacher beim Herzinfarkt folgende Situationen, wobei Infarktlokalisation und klinisches Bild die Dringlichkeit modifizieren:

1. Hämodynamisch kritische Bradykardien mit und ohne Adams-Stokes-Anfällen bei AV-Block II. und III. Grades;
2. Bifaszikulärer Block
3. Monofaszikulärer Block mit AV-Block I. oder II. Grades
4. Trifaszikulärer Block

Der Vorteil der Herzschrittmachertherapie gegenüber der medikamentösen liegt darin, daß - im Gegensatz zu Sympathomimetika - keine Steigerung des Sauerstoffbedarfs eintritt, was besonders bei frischem Myokardinfarkt wichtig ist. AMOR et al. (1970), MICHEL et al. (1971) und DIENSTL et al. (1971) glauben, daß die Gesamt mortalität bei Schrittmacherbehandlung gegenüber der medikamentösen Therapie um die Hälfte gesenkt wird, während

NAGER (1973) der Ansicht ist, daß nur in Einzelfällen die Schrittmacherbehandlung lebensrettend ist, was statistisch nicht zum Ausdruck käme. Vorläufig sind die zugrunde liegenden Patientenzahlen der hier zitierten Autoren zu klein, um daraus eine Signifikanz zu errechnen. Im Verlauf des Einzelfalles ist der hämodynamische Erfolg der Schrittmachertherapie jedenfalls eindrucksvoll.

In dem erfaßten Krankengut wurden 8 Infarktpatienten temporär mit einem Schrittmacher behandelt (Abb. 12). (Da die Diagnose Schrittmacher in solchen Fällen nicht immer im Archiv erscheint, liegt die tatsächliche Zahl derart behandelter Patienten wesentlich höher.) Auf die Gesamtzahl der erfaßten Patienten mit temporärer Elektrostimulation bezogen, sind das 5,8 %. Nach dem EKG handelte es sich um folgende Infarktlokalisationen: 1 x Vorderwand-, 4 x Hinterwand- und 1 x Septum-Infarkt. In 2 Fällen war die Lokalisation des Infarktes unsicher oder unbekannt. Die Rhythmusstörungen waren: Kammerbradykardie oder anfallsweise Asystolie bei AV-Block II. oder III. Grades. Von den 8 Patienten verstarben 5, 3 überlebten. Der einzige Patient mit Vorderwandinfarkt starb, die Hälfte der Hinterwandinfarktpatienten überlebte. Auch der Patient mit Septuminfarkt überlebte. Bei 2 der 3 Überlebenden folgte die Implantation eines permanenten Schrittmachers, da die Rhythmusstörung (bei Beobachtung bis zu 10 Tagen) nicht reversibel war. Es handelte sich um einen Hinterwand- und den Septuminfarkt. Wesentliche Komplikationen der temporären Schrittmachertherapie traten nicht auf.

c) Behandlung der Extrasystolie und Tachykardie beim Herzinfarkt; overdriving, underdriving u.a.

Extrasystolie und Tachykardie sind bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt Domäne der medikamentösen Therapie. Im allgemeinen kommt erst nach erfolgloser Behandlung und nur in speziellen Situationen eine Schrittmachertherapie versuchsweise in Frage.

Beim Herzinfarkt sind Extrasystolie und Tachykardie bekanntlich häufig. Sind sie durch Bradykardien induziert, so besteht die Methode darin, in Demand-Schaltung mit der üblichen Frequenz von etwa 70 - 100/min extern zu stimulieren. Die Erfahrung zeigt, daß die Extrasystolie und Tachykardie dann nicht mehr auftreten. Auch hier geht der Schrittmachertherapie in aller Regel zunächst die Atropinanwendung voraus. Gegebenenfalls kann die Anwendung von Antiarrhythmika anschließend unter Schrittmacherschutz gefahrloser erfolgen. Von "Overdriving" spricht man dann, wenn man mit einer Frequenz von etwa 90 - 130/min stimulieren muß, um die ektopischen Systolen zu unterdrücken. Dabei kann es durchaus sein, daß die Schrittmacherfrequenz zwar über der Sinus- oder AV-Knotenfrequenz liegt, aber noch unterhalb der Frequenz, die ein ektopischer Schrittmacher abgibt.

Die elektrophysiologische Funktion des Overdriving besteht darin, daß bei höherer Frequenz die Diastole kürzer wird und dadurch ein ektopischer Schrittmacher nur noch eine kurze erregbare Phase zur Verfügung hat bzw. daß er vorzeitig depolarisiert

wird. Gleichzeitig wird durch erhöhte Frequenz die elektrische Homogenität verbessert, was die Gefahr von Kreiserregungen und Kammerflimmern vermindert. Die Möglichkeiten der Therapie mit Overdriving werden dadurch eingeschränkt, daß man die Frequenz nicht weiter steigern darf als etwa 130/min, da sonst beim kranken Herzen die Gefahr einer Herzinsuffizienz droht. Eine speziell beim Koronarkranken wesentliche Gefahr liegt darin, daß der Herzmuskel bei Tachykardie in ein Sauerstoffdefizit kommt. Besonders dann, wenn das Koronararteriensystem schon durch Arteriosklerose in seiner Kapazität eingeschränkt ist, muß man daher mit höheren Stimulationsfrequenzen vorsichtig sein.

Mit der Therapie des Overdriving konkurriert die kombinierte Behandlung mit Antiarrhythmika und elektrischem Schrittmacher. Dies gilt sowohl für den temporären wie auch für den permanenten Schrittmacher (siehe Kapitel permanenter Schrittmacher). Der Schrittmacher gewährleistet eine regelmäßige, konstante Frequenz, während die Antiarrhythmika hochdosiert verabfolgt werden können, ohne eine Bradykardie zu induzieren.

Als "Underdriving" kann die Situation bezeichnet werden, wenn nach Übernahme durch hochfrequente Schrittmacherstimulation deren Frequenz unter diejenige der vorbestehenden Tachykardien herabgesetzt werden kann. Dieses Verhalten ist charakteristisch für Kreiserregungen, seien sie supraventrikulär, ventrikulär oder unter Einbeziehung des AV-Knotens gemischter Art. Unter Umständen ist dabei bereits ein einzelner

oder ein mehrfacher oder ein kurzer Serienreiz ausreichend, um eine Kreiserregung zu unterbrechen. An Kreiserregungen ist besonders bei elektrischer Inhomogenität zu denken, die in QTU-Verlängerung und TU-Abnormitäten (im Intervall) zum Ausdruck kommt. Wahrscheinlich ist der mögliche Erfolg von Schrittmacherreizen bei manchen Fällen von Vorhofflattern, supraventrikulärer, ventrikulärer und atrioventrikulärer Tachykardie so zu deuten. Als Stimulationsort kommen Vorhof und Ventrikel in Frage; bei erhaltener AV-Leitung kann eine Kreiserregung auch indirekt erreicht und unterbrochen werden.

Die serielle Stimulation mit dem orthorhythmischen Schrittmacher erleichtert die zeitliche Plazierung der Stimuli und dürfte dem Verfahren in Zukunft eine größere Bedeutung geben.

d) Schrittmacher bei Reanimation

Im Rahmen der Reanimation wird häufig ein temporärer Schrittmacher gelegt. Wenn die Defibrillation von Kammerflimmern nicht gleich erfolgreich ist, erfolgen weitere Elektroschocks bei gleichzeitiger Antiarrhythmikagabe nur unter Schrittmacherschutz; anschließend bleibt der Schrittmacher 24 Stunden in Demand-Schaltung liegen. Bei Asystolie, die auf die allgemeinen Reanimationsmaßnahmen nicht sofort anspricht, muß in jedem Fall sofort der Schrittmacher gelegt werden. Nach überstandener Asystolie - auch bei spontaner Wiederaufnahme des Herzrhythmus - muß mehrere Tage lang der Schrittmacherschutz gewährt werden

(Demand-Schaltung). Derartige Schrittmacheranwendungen sind in der vorliegenden Studie jedoch nicht erfaßt.

8. Spezialverfahren

a) Doppelstimulation zur Behandlung von Tachykardien

Für therapieresistente Tachykardien steht noch die Doppelstimulation als Therapieform zur Verfügung. Daß sie als ultima ratio angesehen wird, liegt daran, daß bei den bisherigen Verfahren die Gefahr des Kammerflimmerns besteht. Auch hier ist von der seriellen Stimulation ein Fortschritt zu erwarten, indem durch die Serienreize gleichzeitig auch entstehende elektrische Instabilitäten und mögliche Flimmerwellen unterdrückt werden sollen.

Die Doppelstimulation wird in gekoppelter und in gepaarter Form angewendet. Bei der ersteren Form folgt dem Eigenschlag eine Schrittmacher-induzierte Elektrosystole. Voraussetzung ist eine Tachykardie ohne Arrhythmie. Bei der zweiten Form handelt es sich um einen doppelten Stimulationsreiz, der Eigenrhythmus wird unterdrückt und durch den jeweils 1. Stimulus ersetzt; diese Therapie eignet sich für Tachyarrhythmien. Wenn ein orthorhythmischer Schrittmacher mit Serienstimulation zur Verfügung steht, kann auch die gekoppelte Form bei Arrhythmie angewandt werden, und bei beiden Formen ist sichergestellt, daß der Zweitreiz in der frühesten relativen Refraktärperiode wirksam wird, so daß eine mechanische Zweitaktion sicher vermieden wird.

Der gekoppelten und gepaarten Doppelstimulation liegt das gleiche Wirkungsprinzip zugrunde. Das Herz erhält seine Erregbarkeit in der relativen Refraktärperiode früher zurück als seine Kontraktionsfähigkeit. In diesem Zeitbereich löst ein Schrittmacherimpuls zwar eine elektrische Erregung aus, es folgt aber keine Kontraktion +). Die Refraktärperiode wird durch diese nochmalige Erregung entsprechend verlängert; die nächste tachykarde Spontanaktion ist damit unmöglich. Auf diese Weise ist es möglich, die mechanische Frequenz bei unveränderter Anzahl von Erregungen zu halbieren. Der Sinn der Therapie besteht darin, die Diastole zu verlängern, um die Hämodynamik zu verbessern. Das Schlagvolumen wird, wenn eine kritische Tachykardie besteht, durch eine Herzfrequenzsenkung vergrößert, gleichzeitig kann das Herzminutenvolumen ansteigen (AVENHAUS et al. 1971). Derartige, an unserer Klinik an Einzelfällen durchgeführte Therapieversuche, sind in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt.

b) Doppelstimulation zur postextrasystolischen
Potenzierung bei Herzinsuffizienz

Unter postextrasystolischer Potenzierung versteht man allgemein die Steigerung der Kontraktivität des Myokards, welche als Folge einmaliger und wiederholter vorzeitiger Erregung zu verzeichnen ist (JACOB u. KISSLING 1969). Während JACOB und KISSLING (1969) und SCHWARZKOPF et al. (1968) bei Messungen am Hund eine Vergrößerung des Herzzeitvolumens aufgrund der Erhöhung des Schlagvolumens festgestellt haben, konnte AVENHAUS et al. (1970) diese

-
- +) Neuerdings hat sich in Untersuchungen an unserer Klinik herausgestellt, daß nur bei gepaarter Stimulation (bei Elektrodenlage im rechten Ventrikel) eine erneute Kontraktion des linken Ventrikels vermieden werden kann (R. HALBRITTER, K. THEISEN, H. JAHRMÄRKER: Verh. dt. Ges. Inn. Med. 1975).

Ergebnisse - im Gegensatz zu amerikanischen Autoren - bei Therapie am Menschen bis auf eine Ausnahme nicht bestätigt finden. Ein allzu großer Effekt darf wohl nicht erwartet werden, und es sind hier noch weitere Erfahrungen mit Doppelstimulation zur postextrasystolischen Potenzierung abzuwarten. Hingegen sind sich die vorgenannten Autoren einig über den Anstieg des systolischen Ventrikeldruckes, den Abfall des enddiastolischen Druckes, den Abfall der diastolischen Druckanstiegsgeschwindigkeit und die Zunahme der maximalen Druckanstiegsgeschwindigkeit bei Doppelreizung. SCHWARZKOPF (1969) ist der Meinung, daß das Verfahren bei Koronarinsuffizienz nur mit Vorsicht eingesetzt werden sollte.

c) Vorhofstimulation zur Diagnose einer
Angina pectoris

Der temporäre Herzschrittmacher hat sich auch als Instrument zur Diagnosestellung bewährt. Schnelle Vorhofstimulation eignet sich als Test, um eine Angina pectoris zu provozieren. Die Methode hat eine Reihe von günstigen Eigenschaften: sie ist reproduzierbar und kann gehandhabt werden, ohne daß dem Patienten genau bewußt wird, wann der Test stattfindet. Simulation und psychische Einflüsse werden somit ausgeschlossen. Ein Vorteil gegenüber dem üblichen Arbeitsversuch besteht darin, daß die schnelle Vorhofstimulation unter Umständen auch bei bettlägerigen oder geschwächten Patienten möglich ist. Das Herzminutenvolumen wird kaum geändert, während von 60 bis zur Toleranz oder maximal 150 pro Minute stimuliert wird. Gegenüber dem Arbeitsversuch fehlen die Sympathicuseinflüsse; es handelt sich also um einen isolierten Frequenztest. Für wissenschaftliche Zwecke ist von Vorteil, daß der Blutlaktat Spiegel nicht ansteigt, so daß koronare Laktatextraktion oder -produktion besser nachweisbar sind.

Die Methodik besteht darin, daß eine bipolare Katheterelektrode in den rechten Vorhof, gewöhnlich unter Röntgenkontrolle, vorgeschoben wird, um die optimale Lage der Elektroden gegen die laterale Wand des oberen Teils des rechten Vorhofs sicherzustellen. Während kontinuierlicher EKG-Monitor-Aufzeichnung führt man eine allmähliche Steigerung der Frequenz bis maximal 150 pro Minute durch bzw. bis Angina pectoris oder ST-Senkungen auftreten. Wenn bei Frequenzsteigerung bis 150 pro Minute keine Symptome auftreten, kann eine wesentliche Koronarinsuffizienz ausgeschlossen werden (MELTZER 1967).

d) Vorhofstimulation als diagnostisches Hilfsmittel, um zwischen Myokarddisfunktion und Mitralstenose zu unterscheiden

Bei Mitralstenose erzeugt eine schnelle Vorhofstimulation während der Diastole einen steilen Druckgradienten zwischen Vorhof und Ventrikel. Bei Myokarddisfunktion ist der Druckgradient nicht so stark ausgeprägt (MELTZER 1967).

e) Provokation eines WPW-Syndroms

Bei Patienten mit intermittierend auftretendem oder latentem WPW-Syndrom kann durch Stimulation des rechten Vorhofs bei höheren Frequenzen das WPW-Vollbild auftreten. THEISEN et al. (1971) berichten über einen derartigen Fall, bei dem mittels Katheterelektrode im linken Vorhof bei röntgenkinematographisch gesicherter guter Lage an umschriebener Stelle ein WPW-Syndrom erzeugt werden konnte, das ohne Stimulation völlig stumm war.

f) Doppelstimulation zur Messung der Refraktärzeit
und weitere elektrophysiologische Meßverfahren

Die Doppelstimulation der Vorhöfe, des AV-Knotens und der Kammern zur Messung der Refraktärzeit hat sowohl wissenschaftliches als auch therapeutisches Interesse. GROHMANN et al. (1971) konnten auch beim Menschen bestätigen, daß die Refraktärzeit mit steigender Herzfrequenz abnimmt. Entscheidend dabei ist allein die Länge des vorausgehenden Herzzyklus (RR-Abstand). Ein kumulativer Effekt mehrerer Zyklen existiert nicht. Es hat den Anschein - dies bedarf jedoch noch weiterer Prüfung -, daß jeder Patient für sich eine lineare Abhängigkeit der Refraktärzeit von der Frequenz zeigt, aber mit individuell verschiedener Steigung. Diese Verhältnisse müssen bei der Prüfung von Arzneimitteln auf ihren Einfluß auf die Refraktärzeit beachtet werden. Auch die vergleichende Prüfung der Refraktärzeit verschiedener Herzanteile wurde begonnen.

Die therapeutische Anwendung betrifft die Prüfung von Antiarrhythmika allgemein und beim speziellen Patienten. Für gewisse Formen von Herzrhythmusstörungen stehen Arzneimittel, welche die Refraktärzeit verlängern (CHINIDIN-Typ), im Vordergrund. In anderen Fällen (z.B. bei Kreisläufigen) sind refraktärzeit-verlängernde Mittel unerwünscht, dagegen ist z.B. Diphenylhydantoin geeignet. Die Arzneimittelwirkung kann beim Patienten mittels Refraktärzeitmessung auf pathophysiologischer Basis geprüft werden. Methodik und Ergebnisse bei AVENHAUS et al. (1968), GROHMANN et al. (1973), THEISEN et al. (1974). In der vorliegenden Studie sind derartige Untersuchungen nicht berücksichtigt.

g) Vorhofstimulation zur Aufdeckung von Leitungsstörungen und zur Prüfung des Sinusknotens

Weitere diagnostische Schrittmacheranwendung betreffen insbesondere die Prüfung der Sinus-Knoten-Funktion und der AV-Knoten-Funktion. Hier handelt es sich wiederum um Vorhofstimulation und Prüfung der frequenzbedingten (Sympathicus-unabhängigen) AV-Leitungsverlängerung und der sogenannten Sinus-Knoten-Erholungszeit (präautomatische Pause nach schneller Vorhofstimulation). Die Verfahren, die besonders von GROHMANN (1973) an der I. Medizinischen Klinik entwickelt wurden, dienen der Aufdeckung latenter Funktionsstörungen bei Patienten mit entsprechenden intermittierenden Rhythmusstörungen bzw. bei Verdacht auf solche. Weitere Differenzierungen sind durch Kombination mit der His-Bündel-Elektrographie möglich.

9. Indikation zum permanenten Schrittmacher

Der permanente intrakorporal implantierte Schrittmacher zur Dauertherapie bradykarder Rhythmusstörungen stellte den Ausgangspunkt der Schrittmachertherapie dar und bildet auch heute noch ihr vorherrschendes Anwendungsgebiet. Allerdings hat sich die Indikation auch da im Laufe der Entwicklung von schweren auch auf leichtere und intermittierende Störungen ausgedehnt. Die Indikation zum permanenten Schrittmacher unterscheidet sich von der zum temporären dadurch, daß gesichert oder wahrscheinlich ist, daß es sich um bradykarde Rhythmusstörungen handelt, die nach Grundleiden und Verlauf nicht mehr reversibel sind. Die klinischen Symptome und die Art der bradykarden Rhythmus-

störungen und Blockformen sind in beiden Fällen die gleichen. Tachykarde Rhythmusstörungen kommen dagegen bis jetzt noch nicht für eine permanente Schrittmachertherapie in Frage (vom Jervell-Syndrom abgesehen). Auch hinsichtlich prophylaktischer Anwendung bei bifaszikulärem Block bestehen Unterschiede.

a) Klinische Symptome

Abb. 13a gibt einen Überblick über die wichtigsten Symptome, die bei Herzrhythmusstörungen mit Schrittmacherbehandlung in den eigenen Beobachtungen und in Serien anderer Autoren auftraten. Man kann zunächst in cerebrale und nichtcerebrale Symptome aufteilen. Die erstere Gruppe umfaßt in den eigenen Beobachtungen 82,3 % gegenüber der zweiten mit nur 17,7 %. Bei den cerebralen Symptomen dominieren die Morgani-Adams-Stokesschen Anfälle (= MAS-Anfälle) mit 63,4 %. Die zweitgrößte Gruppe stellen die Schwindelzustände mit 11 % dar, die oftmals den MAS-Anfällen vorausgehen. Bewußtseinstörung mit 2,8 %, cerebrale Leistungsminderung mit 2,8 %, passagere cerebrale Durchblutungsstörung mit 1,7 % und der cerebrale Insult mit 0,6 % gaben vergleichsweise seltener Anlaß zur Schrittmacherimplantation.

Die Definition der MAS-Anfälle ist in der Literatur nicht einheitlich. Ursprünglich wurden darunter alle Folgen akuter cerebraler Ischämie verstanden, die durch Rhythmusstörungen jeglicher Art hervorgerufen werden. Heute versteht man unter MAS-Anfällen meist nur die synkopale Form, während Schwindel-

Abb. 13 a: Symptome bei Indikationsstellung zum Schrittmacher

Symptome		eigene Beobachtungen		KLEIN (1970)	NAGER (1973)	SCHIEFERER et al. (1971)	HAGER u. WINK (1970)
		n	%	%	%	%	%
Adams-Stokes-Anfälle		111	63,4			56,6	77,9
Schwindelzustände		19	11			12,4	12,5
Bewußtseinsstörung		5	2,8				
cerebrale Leistungsminderung	cerebral	5	2,8				
passagere cerebrale Durchblutungsstörung		3	1,7				
cerebraler Insult		1	0,6				
alle cerebralen Symptome		144	82,3	96,7	82		
physische Leistungsminderung		17	9,7				
Angina pectoris		9	5,1		8,2		
Zeichen der Herzinsuffizienz in Ruhe		3	1,7				
Kopfschmerzen		1	0,6				
Übelkeit mit Brechreiz	nichtcerebral	1	0,6				
alle nicht-cerebrale Symptome		31	17,7	3,3			9,6
cerebrale + nichtcerebrale Symptome		175	100	100	*)	*)	100
Symptome unbekannt		11					
temporäre Herzschrittmacher		14					
Summe		200					

*) wegen Überschneidung von Begriffen ist ein Vergleich nicht bei allen Symptomen mögl.

Abb.13b: Aufschlüsselung der Indikatoren in den ersten Jahren und in der letzten Zeit

Die Prozentzahlen beziehen sich jeweils auf die cerebralen und nichtcerebralen bzw. auf die Gesamtzahl der Symptome

Symptome	1963 - 1968			1969 - 71		1972-1973			Summe	
	n	%	%	n		n	%	%	n	%
Adams-Stokesche Anfälle	26	87,7	55,33	43		42	79,26	72,43	111	63,4
Schwindelzustände	4	13,3	8,5	13		2	3,77	3,45	19	11
Bewußtseinstörung						2	3,77	3,45	5	2,8
cerebrale Leistungsminderung						4	7,54	6,9	5	2,8
passagere cerebrale Durchblutungsstörung						3	5,66	5,17	3	1,7
cerebraler Insult				1					1	0,6
alle cerebralen Symptome	30	100	63,83	61		53	100	91,4	144	82,3
physische Leistungsminderung	9	53	19,2	7		1	20	1,72	17	9,7
Angina pectoris	5	29,3	10,6	2		2	40	3,44	9	5,1
Zeichen der Herzinsuffizienz in Ruhe	2	11,8	4,25			1	20	1,72	3	1,7
Kopfschmerzen	1	5,9	2,12						1	0,6
Übelkeit mit Brechreiz						1	20	1,72	1	0,6
alle nichtcerebralen Symptome	17	100	36,17	9		5	100	8,6	31	17,7
cerebrale und nichtcerebrale Symptome	47		100	70		58		100	175	100
Symptome unbekannt	5			2		4			11	
temporäre Herzschrittmacher	2			4		8			14	
Summe	54			76		70			200	

Abb.13c: Symptome bei Indikationsstellung zum Schrittmacher;
 ein Vergleich der ersten 50 Fälle mit den letzten
 50 Fällen

Symptome	1 - 50		151 - 200	
	n	%	n	%
Adams-Stokessche Anfälle	29	58	35	70
Schwindelzustände	4	8	1	2
Bewußtseinstrübung			2	4
cerebrale Leistungsminderung			4	8
passagere cerebrale Durchblutungsstörung			3	6
cerebraler Insult				
alle cerebralen Symptome	33	66	45	90
physische Leistungsminderung	9	18	1	2
Angina pectoris	5	10	2	4
Zeichen der Herzinsuffizienz in Ruhe	2	4	1	2
Kopfschmerzen bei Schlagvolumenhypertonus	1	2		
Übelkeit mit Brechreiz			1	2
alle nichtcerebralen Symptome	17	34	5	10
cerebrale und nichtcerebrale Symptome	50	100	50	100

Abb. 13d: Symptome bei Indikationsstellung zum Schrittmacher;
ein Vergleich der Jahre 1963 bis 1968 und 1971
bis 1973

	1963-1968		1971-1973	
	n	%	n	%
Adams-Stokessche Anfälle	26	55,33	47	61,7
Schwindelzustände	4	8,5	8	10,5
Bewußtseinstrübung			4	5,3
cerebrale Leistungsminderung			4	5,3
passagere cerebrale Durchblutungsstörung			3	4,0
cerebraler Insult			1	1,3
alle cerebralen Symptome	30	63,83	67	88,1
physische Leistungsminderung	9	19,2	4	5,3
Angina pectoris	5	10,6	3	4,0
Zeichen der Herzinsuffizienz in Ruhe	2	4,25	1	1,3
Kopfschmerzen bei Schlagvolumenhypertonus	1	2,12		
Übelkeit mit Brechreiz			1	1,3
alle nicht cerebralen Symptome	17	36,17	9	11,9
cerebrale und nicht cerebrale Symptome	47	100	76	100
Symptome unbekannt	5		5	
temporäre Herzschrittmacher	2		11	
Summe	54		92	

zustände, Bewußtseinstrübung, cerebrale Leistungsminderung, passagere cerebrale Durchblutungsstörung und cerebraler Insult gesondert aufgeführt werden. Der typische MAS-Anfall kann entweder mit akutem Bewußtseinsverlust und Zusammenbrechen, oder seltener auch mit einem lokalisierten oder generalisierten Krampfanfall einhergehen. Eine praktische Schwierigkeit besteht darin, daß Anfälle und Rhythmusstörungen nicht immer vom Arzt gesehen werden. Die typische Anamnese mit einem auch im Intervall verdächtigen EKG muß dann für die Indikationsstellung genügen, da Letalität und Apoplexiegefahr bei unbehandeltem MAS-Syndrom sehr hoch sind (SCHAUDIG et al. 1971).

Zu den nichtcerebralen Symptomen gehören an erster Stelle mit 10 % die physische Leistungsminderung als Folge einer zur Schrittmachertherapie geeigneten Rhythmusstörung. Sie kann sich zur Herzinsuffizienz steigern. Hier ist die Gruppe der Patienten besonders zu nennen, die bei erforderlicher Glykosidtherapie zu bradykard werden (vgl. Kapitel 9c und Abb. 16). Mit 5 % folgt die Gruppe der Angina pectoris, die gegen Koronarpräparate refraktär war. Nur 2 % aller Patienten hatten Zeichen der dekompensierten Herzinsuffizienz in Ruhe als Einzelsymptom; diese Gruppe ist zusammen mit anderen Symptomen zweifellos in Wirklichkeit wesentlich größer. Ein Patient kam mit Kopfschmerzen als hervorstechendes Symptom in die Klinik. Bei ihm bestand gleichzeitig ein Schlagvolumenhypertonus, der möglicherweise die Ursache darstellt, da bekannt ist, daß Kopfweg von Hypertonie herrühren kann. In einem weiteren Fall war nur Übelkeit

mit Brechreiz vorhanden, obwohl die Herzrhythmusstörung gravierend war. Generell gilt, daß es sich um offenbar bradykardiebedingte Symptome handeln muß.

Die in der Literatur übliche Unterscheidung zwischen MAS-Anfällen und bradykardiebedingter chronischer cerebraler Mangel-durchblutung läßt sich schwer durchführen. HELD et al. (1968) konnte nachweisen, daß MAS-Anfälle bei experimentellem Absenken der Herzfrequenz unter 40/Min auftreten, und zwar um so früher, je stärker die Hirndurchblutung durch Arteriosklerose eingeschränkt ist. Die klinische Erfahrung zeigt zwar, worauf HELD hinweist, daß MAS-Anfälle auch bei gemittelten Frequenzen über 40/Min vorkommen. Diese haben ihre Ursache meist in vorübergehenden Arrhythmien und asystolischen Pausen, insbesondere bei Auftreten eines Herzblockes III. Grades durch die präautomatische Pause. Auch ein zusätzlicher RR-Abfall kann bei gleichbleibender niedriger Frequenz zur cerebralen Ischämie führen. Meist werden sie bei Kurzzeit-EKG-Schreibung nicht erfaßt; sie lassen sich unter Umständen bei telemetrischer Dauer-Aufzeichnung registrieren. Nicht nur typische bradykarde Rhythmusstörungen (Herzblock III. Grades, Asystolie usw.), sondern auch funktionelle Bradykardien (Bigeminus und auch tachykarde Rhythmusstörungen mit frustranen Kontraktionen) können einem MAS-Anfall zugrunde liegen. Letztlich ist entscheidend, ob ein Herzminutendefizit zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhanden ist, und ob sich dieses Ereignis wiederholen wird. Es stellt sich die Frage, ob schon der erste MAS-Anfall Indikation zum Schrittmacher ist, oder ob

noch zugewartet werden soll. Hier gehen die Ansichten der verschiedenen Autoren auseinander. KLEIN (1970) vertritt die Auffassung, daß nicht der erste auftretende MAS-Anfall Indikation zum permanenten Schrittmacher sein soll, da es Patienten gibt, die nur beim Eintritt eines totalen AV-Blocks (durch die prä-automatische Phase) MAS-Symptomatik zeigen, danach aber jahrelang anfallsfrei bleiben. Jedoch ist ein Herzblock zunächst häufig inkonstant, so daß sich die Ereignisse wiederholen. SCHLOSSER et al. (1972) sieht den ersten MAS-Anfall, bei dem die Rhythmusstörung dokumentiert ist, als absolute Indikation an, da jeder erneute Anfall schon tödlich sein kann. Die Lebenserwartung ist bei unbehandeltem MAS-Syndrom stark herabgesetzt; nach MAS-Anfällen leben nach 1 Jahr nur noch 55 % (SCHAUDIG et al. 1971).

Die Indikation zum Schrittmacher hat eine Entwicklung durchgemacht, die auch jetzt noch nicht abgeschlossen ist und wohl noch weiter revidiert werden wird. Ursprünglich wurden nur lebensbedrohliche Rhythmusstörungen behandelt. Mit der Abnahme des Risikos durch die Demand-Schaltung und die transvenöse Elektrodenführung hat sich die Indikation erweitert. Jetzt wird bei jeder auch nur gelegentlich auftretenden Rhythmusstörung, die ein Herzminutenvolumendefizit erzeugt, welches Symptome verursacht, nicht medikamentös behandelt werden kann und zur Schrittmachertherapie geeignet ist, die Indikation gestellt.

Eine Aufschlüsselung der eigenen Fälle nach den Indikationen in den ersten Jahren und in der letzten Zeit ergibt

folgendes (Abb. 13b): In den Jahren 1963 bis 1968 führten die Symptome Bewußtseinstrübung, cerebrale Leistungsminderung und passagere cerebrale Durchblutungsstörung nie zur Indikationsstellung für einen Herzschrittmacher, während sie in den Jahren 1972 bis 1973 15 % aller cerebralen Symptome betrugten, die als Schrittmacherindikation gewertet und befolgt wurden. Entsprechend ging der Anteil des MAS-Anfalles und der Schwindelzustände in der Häufigkeit zurück. Die Gruppe der physischen Leistungsminderung war in den Jahren 1963 bis 1968 mit 19 % vertreten; 1972 und 1973 betrug sie nur noch 2 %. Entsprechendes gilt für die gesamte Gruppe der nichtcerebralen Symptome: 36 % in den Jahren 1963 bis 1968 und 9 % von 1972 bis 1973. Ein Vergleich der ersten 50 Fälle mit den letzten 50 Fällen (Abb. 13c) sowie ein Vergleich der Jahre 1963 bis 1968 mit den Jahren 1971 bis 1973 bestätigt die oben gemachte Beobachtung.

Wenn nicht alle Patienten bei schweren Rhythmusstörungen mit Symptomen der cerebralen Insuffizienz und ggf. auch der Herzinsuffizienz reagieren, dann liegt das daran, daß sie je nach Alter und Trainingszustand verschieden in der Lage sind, ein Frequenzdefizit durch eine Schlagvolumenzunahme teilweise zu kompensieren. Diese Fähigkeit kann man unterstützen, indem man digitalisiert, sofern eine Herzmuskelinsuffizienz besteht. Dies ist wegen des Grundleidens häufig der Fall, aber keineswegs obligat. Falls die Herzglykoside die Bradykardie verstärken, entsteht ein therapeutisches Dilemma. Bei erniedrigter Frequenz besteht eine lange Diastole und damit vergrößerte Füllung. Die

Herzkammern werden erweitert und hyperthrophieren. Bei Erreichen des kritischen Herzgewichtes wird die Sauerstoffversorgung des Herzens verschlechtert, da sich das Koronarsystem nicht entsprechend vergrößern kann. Zwar wird eine Bradykardie allein kaum zu einer derartigen Herzhypertrophie führen; bei vorstehendem hypertonischen oder koronarsklerotischen Herzleiden kann sie jedoch einen zusätzlichen Faktor darstellen.

Alle Autoren sind sich darin einig, daß nach der Schrittmacherimplantation das HMV ansteigt, das Schlagvolumen abnimmt und die Herzgröße kleiner wird. NAGER (1973) weist jedoch darauf hin, daß zwischen Kurzzeit- und Langzeitergebnissen unterschieden werden muß. Seine Beobachtungen gehen dahin, daß nach 7 Monaten das HMV in Ruhe wieder ebenso subnormal ist wie vor der Schrittmacherimplantation. Der Lungenkapillardruck wies dabei bereits in Ruhe erhöhte Werte auf. Bei Arbeit ließ sich zwar eine leichte Erhöhung des HMV um etwa 20 % gegenüber den Verhältnissen vor der Implantation verzeichnen, aber nur auf Kosten eines stark erhöhten Lungenkapillardruckes. Demnach wären die Langzeitergebnisse bei Patienten mit Herzmuskelinsuffizienz enttäuschend. Auch HOFFMANN et al. (1969) stellt in Übereinstimmung fest, daß nach 1 Jahr das Herzvolumen wieder zunimmt, da sich das Restblutvolumen wieder vergrößert. Jedoch ist nach Schrittmacherimplantation die Behandlung der Herzinsuffizienz mit Herzglykosiden, die vorher oft auf Schwierigkeiten stößt, wieder uneingeschränkt möglich. Der Schrittmacher ermöglicht also die Behandlung der Herzinsuffizienz. Im übrigen liegt das Ziel der

Schrittmachertherapie vor allem in der Vermeidung cerebraler Komplikationen und tödlicher Asystolien und erst in zweiter Linie in der Verbesserung des Herzauswurfs. Die Verminderung geringer HMV-Abfälle, z.B. bei Belastung, wirkt sich auf die allgemeine cerebrale Leistung im Einzelfall oft überzeugend aus; ähnliches ist von der Beseitigung einer Flimmerarrhythmie bekannt.

Alle vorgenannten Überlegungen - die äußerst risikoarme Schrittmachertherapie einerseits und die erheblich vitale und cerebrale Gefährdung durch entsprechende Rhythmusstörungen andererseits - sprechen dafür, daß die großzügige Indikationsstellung, wie sie sich in der Entwicklung abzeichnet, berechtigt ist. Im Zweifelsfall, z.B. bei nur anamnestischer Kenntnis von MAS-Anfällen, sollte die Entscheidung zugunsten der Schrittmachertherapie getroffen werden.

b) Rhythmusstörungen

Abb. 14 führt die Rhythmusstörungen der eigenen Beobachtungsserie auf, die zu einem permanenten oder paroxysmalen Herzminutenvolumendefizit führen können und zur Implantation des permanenten Schrittmachers Anlaß gaben. Es handelt sich um echte oder um funktionelle hämodynamische Bradykardien (infolge frustraner Kontraktionen). An erster Stelle steht die Kammerbradykardie mit 58 % aller Fälle. Ihre Genese wird im Abschnitt "Blockformen" näher dargestellt. An zweiter Stelle folgt die langsame Flimmerarrhythmie mit 17 %. Fast genauso stark sind

Abb. 14a: Art der zugrundeliegenden Rhythmusstörung bei 186 Patienten mit permanentem Schrittmacher

1) Die Kammerbradykardien bzw. Blockformen sind in Abb. 17 näher aufgeschlüsselt.

2) Es handelt sich um einen totalen AV-Block mit zwei ventrikulären Ersatzrhythmen im Sinne einer Parasy-stolie, die eine Frequenz von ca. 50 ergaben, manchmal aber, wenn die beiden Zentren kurz nacheinander schlugen, die periphere Pulsfrequenz auf ca. 35/Min absinken ließen.

Art der Rhythmusstörungen	n	%
1. Kammerbradykardie ¹⁾	107	57,6
2. Langsame Flimmerarrhythmie	31	16,7
3. Sinusbradykardie	27	14,5
4. Anfallsweise Asystolie	6	3,2
5. Sinusknotensyndrom	5	2,7
6. Extrasystolie ²⁾	1	0,5
7. Kammerbradyarrhythmie	2	1,1
8. Karotissinussyndrom	1	0,5
9. Durch Kammerbradykardie ausgelöste Tachykardie	1	0,5
10. Art der Rhythmusstörung unbekannt	5	2,7
11. Summe der permanenten Schrittmacher	186	100
12. Zahl der temporären Schrittmacher	14	
Gesamtzahl aller Schrittmacherpatienten	200	

Abb. 14 b: Aufschlüsselung der in Abb. 14 a aufgeführten Rhythmusstörungen (als Schrittmacherindikation) für die Jahre 1963-68 im Vergleich zu den Jahren 1971-73

Art der Rhythmusstörungen	1963-68		1971-73	
	n	%	n	%
1. Kammerbradykardie	39	75,3	40	44
2. Langsame Flimmerarrhythmie	4	7,7	21	23
3. Sinusbradykardie	5	9,6	16	17,6
4. Anfallsweise Asystolie	2	3,6	4	4,4
5. Sinusknotensyndrom	0	0	4	4,4
6. Extrasystolie	0	0	1	1,1
7. Kammerbradyarrhythmie	0	0	2	2,2
8. Karotissinussyndrom	0	0	1	1,1
9. Durch Kammerbradykardie ausgelöste Tachykardie	1	1,9	0	0
10. Art der Rhythmusstörung unbekannt	1	1,9	2	2,2
11. Summe der permanenten Schrittmacher	52	100	91	100
12. Zahl der temporären Schrittmacher	2		11	
Gesamtzahl aller Schrittmacherpatienten	54		102	

Abb. 14c: Aufschlüsselung der in Abb. 14a aufgeführten
Rhythmusstörungen für die ersten 50 Fälle
und für die letzten 50 Patienten

Art der Rhythmusstörungen	1-50		151-200	
	n	%	n	%
1. Kammerbradykardie	39	78	23	46
2. Langsame Flimmerarrhythmie	2	4	11	22
3. Sinusbradykardie	5	10	9	18
4. Anfallsweise Asystolie	2	4	0	0
5. Sinusknotensyndrom	0	0	4	8
6. Extrasystolie	0	0	0	0
7. Kammerbradyarrhythmie	0	0	2	4
8. Karotissinussyndrom	0	0	0	0
9. Durch Kammerbradykardie ausgelöste Tachykardie	1	2	0	0
10. Art der Rhythmusstörung unbekannt	1	2	1	2
11. Summe der permanenten Schrittmacher	50	100	50	100
12. Zahl der temporären Schrittmacher	0		0	
Gesamtzahl aller Schrittmacherpatienten	50		50	

Abb. 15: Zusammenhang zwischen Symptomen und Rhythmusstörungen

[illegible]

die Sinusbradykardien mit 15 % vertreten. Die anfallsweise Asystolie machte 3 % aus; sie ist vermutlich in Wirklichkeit häufiger, aber schwer zu erfassen. Zu den funktionellen Formen gehört die durch Kammerbradykardie ausgelöste Tachykardie mit 0,5 % und ein Fall von Extrasystolie (0,5 %). Bei der zuletzt genannten Rhythmusstörung handelt es sich um einen totalen AV-Block mit zwei ventrikulären Ersatzrhythmen im Sinne einer Parasystolie, die eine Frequenz von ca. 50 pro Minute ergaben, manchmal aber, wenn die beiden Zentren kurz nacheinander schlugen, die periphere Pulsfrequenz auf ca. 35/Min. absinken ließen.

Die Aufschlüsselung nach den ersten und letzten Behandlungsjahren (Abb. 14b) und ein Vergleich zwischen den ersten 50 Patienten und den letzten 50 Patienten (Abb. 14c), die einen Herzschrittmacher bekamen, zeigt wiederum, wie sich die Indikationsstellung verbreitert hat. Der prozentuale Anteil der Kammerbradykardie sank nämlich von 75 % (Abb. 14b) bzw. 78 % (Abb. 14c) auf 44 % (Abb. 14b) bzw. 46 % (Abb. 14c). Entsprechend stieg die Häufigkeit von langsamer Flimmerarrhythmie, Sinusbradykardie, Sinusknotensyndrom und Kammerbradyarrhythmie unter den Schrittmacherindikationen an.

Eine Sonderform der Bradykardie bzw. Asystolie stellt das Karotissinussyndrom (KSS) dar, da hier der Pathomechanismus bekannt ist. In unserem Krankengut hatten wir einen Fall; bezogen auf die Gesamtzahl ist das 0,5 %. Man unterscheidet beim KSS zwischen kardialem und depressorischem Typ. Hier soll nur der erstere interessieren. Im Prinzip können alle Symptome der Abb. 13 auftreten. Nach

der Häufigkeit steht allerdings der MAS-Anfall ganz im Vordergrund. Als Ursachen kommen Kompressionen der Karotidgabel durch vergrößerte Lymphknoten, Tumore, Wandfibrosen, Verkalkungen der Arteria carotis, Aneurysmen und Glomustumore in Frage. Reichen diese nur zu einer Vorsensibilisierung aus, so können Störgrößenaufschaltungen wie Kopfdrehen, Rasieren, zu enger Hemdkragen und andere Lebensgewohnheiten den Triggermechanismus von den Barorezeptoren über die sensiblen Fasern des Nervus glossopharyngeus, das zentrale Vasomotorenzentrum und über die motorischen Vagusfasern zu einem überschießenden parasympathischen Bremseneffekt auf Sinusknoten und AV-Leitung führen. Wenn insbesondere am Reizleitungsgewebe schon Vorschädigungen vorhanden sind, kann es zu SA-Block oder AV-Block kommen. Asystolie oder kritische Bradykardie können die Folge sein. Medikamentöse Maßnahmen sind unsicher und wegen Nebenwirkungen unbrauchbar. Seit Demand-Schrittmacher zur Verfügung stehen, stellen diese die geeignete Therapie dar.

Abb. 15 stellt den Zusammenhang zwischen Symptomen und Rhythmusstörungen her. An erster Stelle mit 34 % stehen die MAS-Anfälle, die durch Kammerbradykardie, d.h. zu niedrigen Ersatzrhythmus, ausgelöst wurden. Mit großem Abstand folgt nochmals der MAS-Anfall, durch langsame Flimmerarrhythmie hervorgerufen (7,5 %). An dritter Stelle erscheint wiederum der MAS-Anfall, hier nach Sinusbradykardie (6,5 %). An vierter Stelle stehen die physischen Leistungsminderungen als Folge von Kammerbradykardien (6 %).

c) Medikamentöse Therapie vor der Schrittmacher-
implantation (Orciprenalin, Herzglykoside)

Die Indikation zur Schrittmachertherapie wird häufig durch Beobachtungen bei vorausgehender Orciprenalin- und Glykosidtherapie unterstützt. Abb. 16 führt jene Fälle auf, bei denen ein Zusammenhang zwischen der Rhythmusstörung und der medikamentösen Therapie vor Schrittmacherbehandlung bestand. 75 % der insgesamt 102 Patienten wurden eingeliefert, da andere Kliniken außerhalb oder Hausärzte eine kritische Bradykardie feststellten, die auch durch hohe Dosierung mit Orciprenalin (Alupent) nicht zu beherrschen war, oder weil die Patienten anfänglich noch auf Alupent ansprachen, nach und nach aber nicht mehr. Nach dem heutigen Stand des Wissens gilt die ambulante Behandlung mit Sympathomimetika bei bradykarden Herzrhythmusstörungen als unsicher, weil bei üblicher Dosierung (z.B. 4 x täglich 1/2 Tbl = 40 mg oral) insbesondere nachts kein konstanter Arzneimittelspiegel im Blut erreicht wird, und weil bei Überdosierung die Gefahr ektopischer Reizbildung besteht. In unserem Krankengut war letzteres bei 8 % anamnestisch bekannt, bei 1 Patienten lösten Sympathomimetika anfallsweise Tachykardie aus. Außer zur Notfall-Überbrückung während des Transports zur Klinik sollten höhere Alupentdosen daher nicht als Dauertherapie verwendet werden. Ein versuchsweiser Test der Reaktion auf Orciprenalin kommt (unter Intensivüberwachung) in Frage, wenn kleine Dosen (4x 1/4 Tbl. = 20 mg) ausreichen, evtl. auch ein längerer Versuch.

**Abb. 16: Rhythmusstörungen im Zusammenhang mit
medikamentöser Therapie vor Schrittmacher-
anwendung**

Rhythmusstörungen	n	% von 200	% von 102
1. Bradykardie trotz hoher Alupent- dosierung	53	26,5	51,98
2. Bradykardie bei erforderlicher Glykosid-Therapie	20	10	19,6
3. Arrhythmien bei erforderlicher Alupent-Therapie	2	1	1,96
4. Bradykardie bei erforderlichen Antiarrhythmika	0	0	0
5. Anfallsweise Tachykardie bei erforderlicher Alupent-Therapie	1	0,5	0,98
1. + 2.	20	10	19,6
2. + 3.	2	1	1,96
1. + 3.	3	1,5	2,94
2. + 3. + 4.	1	0,5	0,98
Summe	102	X	100 %
keine spezielle Arzneimitteltherapie	98	49	X
Summe	200	100 %	X

In 43 % der Fälle bewirkte eine erforderliche Glykosid-Therapie Bradykardie, oder es konnte bei der schon vorhandenen kritischen Bradykardie eine erforderliche Digitalisierung nicht durchgeführt werden. Oft handelte es sich dabei um langsame Flimmerarrhythmien, aber auch um Sinusbradykardien u.a. Es ist ein wichtiger Erfolg der Schrittmachertherapie, in diesen Fällen die Glykosidanwendung zu ermöglichen. Auch die Fälle mit Sinusknotensyndrom, die sowohl Antiarrhythmika oder Orciprenalin als auch Glykoside benötigen (und ohne Schrittmacher diese nicht vertragen), sind hier besonders zu nennen.

d) Blockformen

Abb. 17 gibt - ergänzend zu Abb. 14 - einen Überblick über die Blockformen, die bei Schrittmacherpatienten diagnostiziert worden waren. Der AV-Block III. Grades kam am häufigsten vor (47 %). Der permanente überwog mit 39 % gegenüber dem inkonstanten mit 8 %. Wesentlich seltener handelte es sich um einen AV-Block II. Grades (8,6 %) bzw. einen SA-Block (6,4 %). Die drei vorgenannten Blockierungen des Reizleitungssystems stellen für sich allein allerdings keine absolute Indikation zum Schrittmacher dar, da es immer noch möglich ist, daß ein genügend hochfrequenter Ersatzrhythmus vorhanden ist. Diese Blockformen müssen also zusammen mit der resultierenden Kammeraktion und ihren hämodynamischen Folgen bzw. Symptomen bewertet werden. In der Regel ist die Kammerfrequenz beim Herzblock III. Grades aber doch so niedrig, daß bei einem kranken Herzen die Auswurfleistung

Abb. 17: Blockformen

Blockformen	Patienten		%	
1. AV-Block II. Grades	16		8,6	
a) permanent		14		7,5
b) inkonstant		2		1,1
2. AV-Block III. Grades	87		46,8	
a) permanent		72		38,7
b) inkonstant		15		8,1
3. SA-Block	12		6,4	
a) permanent		4		2,1
b) inkonstant		8		4,3
4. Rechtsschenkelblock + AV-Block II. oder III. Grades	7		3,8	
5. Linksschenkelblock + AV-Block II. oder III. Grades	2		1,1	
6. Bifaszikulärer Block	0			
7. Keine Blockformen	57		30,6	
8. fehlende Angaben	5		2,7	
Summe der permanenten Schrittmacher	186		100	

zumindest zeitweise mangelhaft wird. Dabei ergibt sich bei AV-Block III. Grades in der Regel eine Schrittmacherindikation. Beim Herzblock II. Grades vom Typ Mobitz I liegt die Störung im AV-Knoten; sie ist nicht selten vorübergehend. Anhaltende und hochgradige Blockierungen mit vermutlichem Übergang in Blockierung III. Grades bedürfen des Schrittmachers. Beim selteneren Typ Mobitz II handelt es sich um Blockierungen unterhalb des AV-Knotens, wie heute durch His-Bündelelektrographie bekannt ist, mit hoher Gefährdung und sehr langsamen Ersatzzentren; hier ist sofortige Schrittmachertherapie notwendig.

Bei 31 % der Patienten mit permanentem Schrittmacher lag keine manifeste Blockierung vor. Hierzu gehörten Sinusbradykardie, Sinusknoten-Syndrom, Karotissinussyndrom und langsame Flimmerarrhythmie.

Eine wichtige Bedeutung hat die Diagnose der bifaszikulären und monofaszikulären Blöcke zusammen mit AV-Block I. und II. Grades, da hier die Wahrscheinlichkeit des Überganges zum trifaszikulären Block groß ist (vgl. o. Typ Mobitz II). Vom trifaszikulären Block ist bekannt, daß er meist mit einem kritisch niederfrequenten Ersatzrhythmus einhergeht. Hier muß heute eine Differenzierung durch His-Bündel-Elektrographie gefordert werden. Ist die AV-Verlängerung dadurch bedingt, daß auch die restlichen Faszikel verzögert leiten, so ist der Schrittmacher indiziert. Bei Kombination einer verlängerten AV-Überleitung mit faszikulärem Block kann bei chronisch Kranken

abgewartet werden; der lange Verlauf bei überdrehtem Linkstyp, der meist auf der Kombination von Rechtsschenkelblock mit linksanteriorem Hemiblock beruht, ist bekannt. Anders ist die Situation, wenn im Verlauf einer akuten Erkrankung ein bifaszikulärer Block neu auftritt (s. Abschnitt bradykarde Rhythmusstörungen bei Herzinfarkt).

10. Grundkrankheiten des Herzens

In Abb. 18 ist die Häufigkeit der verschiedenen Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs zusammengestellt, die bei unseren Patienten kurz vor der Schrittmacherimplantation diagnostiziert wurden. Bei den angegebenen Prozentzahlen muß berücksichtigt werden, daß oft mehrere Erkrankungen gleichzeitig beim selben Patienten auftraten (so bei Herzinsuffizienz). Koronarsklerose (66 %) kam am häufigsten vor und wird wohl auch die wichtigste Ursache der Herzrhythmusstörung sein. Das Reizleitungsgewebe ist möglicherweise empfindlicher gegen ein Sauerstoffdefizit als das Myokard, so daß das Herz in vielen Fällen noch herzmuskelsuffizient ist, während es schon Reizleitungsstörungen aufweist. Im einzelnen dürfte aber der Befall der betreffenden Koronaräste entscheidend sein. Klinisch schwer von Koronarsklerose abzugrenzen sind degenerative Veränderungen des Reizleitungssystems, die von französischen Autoren betont werden, von der MEESENschen Schule jedoch nur selten gefunden werden.

Abb. 18: Krankheiten des Herzens und des Kreislaufs:

Diagnose bei 163 Patienten

	eigene Beob- achtungen		KLEIN (1970)	STÄDENHORST et al. (1970)	SEREMITS et al. (1970)
	n	%	%	%	%
1. Koronarsklerose	107	65,6	81		69,5
2. Herzmuskelinsuffizienz	106	65	13,7	43,3	
3. Hypertonie	51	30,3	27,5	8,7	10
4. Schlagvolumenhypertonus	36	21,4			
5. Z. n. Herzinfarkt	19	11,3	8,6	12,5	12,7
6. Klappenfehler	8	4,8	1,7		
7. Hypotonus	5	3			
8. Koronarinsuffizienz	3	1,8		4,8	2,8
9. Myokarditis	1	0,6	3,4		
10. Endomyokardfibrose	1	0,6			
11. Angeborener Block	0	0			
12. Block nach Herzoperation	0	0			
13. Vorhofseptumdefekt	0	0			
14. Septumdefekt	0	0			

Beim Pathomechanismus des Herzens spielt als weiterer wichtiger Faktor der Hypertonus eine Rolle. 30 % unserer Patienten waren davon betroffen (wobei es sich offenbar um einen essentiellen Hypertonus handelte). Nach KLEIN (1970) hat die mechanische Überbeanspruchung auch eine degenerativkardiosklerotische Veränderung der Herzskeletts mit Pars membranacea septi, Anulus fibrosus, Trigonum fibrosum und Aortenklappenring zur Folge, so daß sekundär das Reizleitungsgewebe geschädigt wird. In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß 5 % dieser Patienten einen Klappenfehler hatten.

Der Schlagvolumenhypertonus (21 %) ist vom essentiellen Hypertonus zu trennen, wenn auch manchmal nicht mit Sicherheit. Er tritt bei extremer Bradykardie auf, um den frequenzbedingten Abfall des HMV durch Zunahme des Schlagvolumens wenigstens etwas zu kompensieren. Der Schlagvolumenhypertonus stellt keine Ursache, sondern eine Folge der Rhythmusstörung (bzw. Bradykardie) dar. Er kann offenbar durch eine sympathikoadrenale Notfallreaktion auf kritische Bradykardie akzentuiert sein; jedenfalls ist dies ein klinischer Eindruck.

In 11 % der Fälle sind anamnestisch Angaben über überstandene Herzinfarkte vorhanden. Man muß annehmen, daß bei einem Teil das Reizleitungsgewebe im Infarktbereich liegt, so daß darin die Ursache der Rhythmusstörung zu suchen ist. In diesen Fällen ist die koronarsklerotische Genese als gesichert anzusehen; sie wären damit eigentlich der ersten Gruppe hinzuzuzählen.

Myokarditis (0,6 %) bzw. Zustand nach Myokarditis und Endomyokardfibrose (0,6 %) stellen mögliche Ursachen von Rhythmusstörungen dar, spielen in unserem Krankengut aber zahlenmäßig keine Rolle (vgl. unten).

Einen angeborenen Block, iatrogenen Block nach Herzoperationen von Vorhofseptumdefekt und Septumdefekt, wie in Serien anderer Autoren, hatte bei uns keiner der Patienten.

Die Herzmuskelinsuffizienz war mit 65 % sehr häufig. Sie hat im Zusammenhang mit Rhythmusstörungen die Bedeutung, daß ein Frequenzdefizit nicht durch Vergrößerung des Schlagvolumens ausgeglichen werden kann. Es resultiert entweder eine kompensierte Herzinsuffizienz mit den Zeichen der Leistungsminderung oder eine dekompensierte mit Symptomen wie etwa Ödeme und Dyspnoe.

Wie der Literaturvergleich der Abb. 18 zeigt, kommt die Koronarsklerose nicht nur bei uns, sondern auch bei KLEIN (1970) wie auch bei SEREMITS et al. (1973) am häufigsten vor. Bei allen Autoren stimmen die Zahlenangaben bezüglich früherer Herzinfarkte überein. Unterschiedliche Prozentzahlen liegen über Hypertonie vor, die bei uns relativ häufig auftrat. Bei den Angaben über Myokarditis muß darauf hingewiesen werden, daß diese Diagnose i.a. nur in typischen schweren Fällen gesichert ist. Die Diagnose isolierter und larviert verlaufender Myokarditiden ist oft unsicher und wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich gestellt. Bei Vitien kann sowohl eine Überlastungsschädigung

(kritische Hypertrophie) als auch Zustand nach Myokarditis vorliegen.

11. Begleitkrankheiten

Abb. 19 zeigt eine Aufstellung über zusätzliche Krankheiten in der eigenen Serie. Da die Schrittmacherbehandlung, wie schon erwähnt, eine Therapie alter Menschen ist, muß man damit rechnen, daß neben der Herzerkrankung, auf die sich die Tabelle in Abb. 18 beschränkt, eine Reihe von Krankheiten gleichzeitig auftreten, die in keinem Zusammenhang damit stehen, aber dennoch für die Mortalität wichtig sind.

Verhältnismäßig oft wurde Aortensklerose (18 %), Cerebralsklerose (13 %) und allgemeine Gefäßsklerose (6 %) diagnostiziert, so daß die Koronarsklerose (wie zu erwarten war) in vielen Fällen nur ein Teilaspekt einer generalisierten arteriosklerotischen Gefäßerkrankung war.

Wie ein Vergleich mit den Angaben unseres Krankengutes mit denen von HAGER et al. (1970) und STAPENHORST et al. (1970) zeigt, steht der Diabetes mellitus in der Häufigkeit zusätzlicher Erkrankungen übereinstimmend an erster Stelle. Dies überrascht nicht, da er als wesentlicher Faktor der Gefäßsklerose bekannt ist.

Abb. 19: Begleitkrankheiten bei 133 Patienten mit
permanentem Schrittmacher; häufig liegen bei
einem Patienten mehrere Begleitkrankheiten
vor.

	eigene Beobachtungen		HAGER u. WINK (1970)	STAPEN- HORST et al. (1970)
	n	%	%	%
Diabetes mellitus	41	22	7	17,3
Aortensklerose	36	19		
Cerebralsklerose	26	14		
Allgemeine Gefäßsklerose	12	6,5	1	
Spondylitis	9	4,8		
Z.n. Apoplektischem Insult	8	4,3	0,5	1,9
Lebervergrößerung	6	3,2		
Hyperurikämie	6	3,2		
Chron. Pyelonephritis	6	3,2	1	
Hypercholesterinämie	4	2,2		
Hyperlipidämie	4	2,2		
Arthrose des Knies	4	2,2		
Thrombophlebitis	4	2,2		1,9
Struma	4	2,2		
Niereninsuffizienz	4	2,2		3,9
Emphysem	4	2,2	5,3	
Plasmozytom	3	1,6		
Apoplektischer Insult	3	1,6		
Z.n. Magen-Operation	3	1,6		
Pneumonie	3	1,6	1	
Leberzirrhose	3	1,6	1	
Aszites	3	1,6		
Asthmoide Bronchitis	3	1,6		
Keine zusätzlichen Krankheiten	53	28,5		

12. Frühkomplikationen

Abb. 20 enthält eine Aufstellung der wichtigsten Komplikationen, die im Zeitraum von etwa 14 Tagen nach der Implantation auftraten.

a) Störungen der Reizübernahme

Am häufigsten kam in unserem Krankengut eine vorübergehende Störung des Impulsüberganges auf das Myokard (Übernahmestörung) vor (18 %). Wie ein Vergleich mit den Angaben anderer Autoren zeigt, bewegen sich die Zahlen meist zwischen 10 % und 20 %. Die an sich hohe Komplikationsrate ist aber vorwiegend auf die ersten 14 Tage beschränkt. Später treten Überleitungsstörungen kaum noch auf. Als Ursache kommen vor allem Elektrodendislokationen, Reizschwellenerhöhungen und Schrittmacherdefekte in Frage. Die letzte Gruppe ist sowohl bei uns mit 8 % als auch bei STAPENHORST et al. (1970) mit 6 % relativ klein. Mit fortschreitender technischer Verbesserung wurde sie immer seltener. Größere Dislokationen können röntgenologisch und elektrokardiographisch diagnostiziert werden. Bei Mikrodislokationen ist dies allerdings nicht möglich. Meist wird durch eine erfolgreiche Reposition die Diagnose rückwirkend gestellt.

Die Reizschwellenerhöhungen treten in gewissem Umfang regelmäßig auf und zeigen eine charakteristische Zeitabhängigkeit mit einem Anstieg und Plateau in der ersten Woche nach der

Abb. 20: Frühkomplikationen nach Implantation des
permanenten Schrittmachers

	eigene Beob- achtungen		STAPEN- HORST et al. (1970)	HAGER und WINK (1970)
	n	$\frac{n}{186} \cdot 100\%$		
Übernahmestörung	33	17,7	21,9 %	20 %
Parasystolie	25	13,4	3,9 %	
Schrittmacherdefekt	14	7,5	5,7 %	
Thrombophlebitis	7	3,8		
Tachykardie	7	3,8	0,2 %	
Bigeminus-Bradykardie	7	3,8		
Kammerflimmern	2	1,1	0,4 %	
Phrenikusreizung	5	2,7		
Herzinsuffizienz	5	2,7		
Schwindel	4	2,1		
Schmerzen im Bereich des implantierten Materials	4	2,1		
Infektion im Generatorbett	4	2,1	2,6 %	
Bewußtseinsstörung	4	2,1		
Fieber	3	1,6		
Extrasystolie	3	1,6		
Kombinationssystolen	3	1,6		
Pneumonie	2	1,1		
Schwächeanfälle	2	1,1		
Mitkontraktion der Pectoralis- muskulatur	2	1,1		
Hämatom im Generatorbett	2	1,1		

Implantation und einem Abfall etwa in der zweiten (DIEWITZ et al. 1972, KOCH und WINTER 1974). Dieser Verlauf korreliert mit histologischen Vorgängen. An der Nidationsstelle der Elektrode am Endokard kommt es zunächst zur Abscheidung eines fibrinreichen Thrombus, der in der zweiten Woche von einem Granulationsgewebe organisiert wird (SCHULTEN et al. 1973). Die späten Dislokationen sind wohl so zu verstehen, daß eine Fibrosierung nicht erfolgte, die Elektrode also frei beweglich blieb. Mit zunehmender Vernarbung des Granulationsgewebes wird der Abstand zum Myokard geringer, entsprechend der elektrische Widerstand kleiner. In der Regel bleibt die Reizschwelle auch mit diesen Veränderungen unter der Stromstärke des Schrittmacherimpulses, so daß alle Impulse übergeleitet werden.

Eine überschießende Bildung von Granulationsgewebe, evtl. bei ungünstiger Elektrodenlage und größerer Thrombusbildung, bringt eine erhöhte Reizschwelle mit sich, welche die Stromstärke des Schrittmachers übersteigt.

SCHULTEN et al. (1973) und DIEWITZ et al. (1973) haben deshalb die sogenannte zweizeitige Schrittmacherimplantation vorgeschlagen. Sie wollen zuerst die Elektrode legen und extern stimulieren, da ein externes Gerät wesentlich mehr Leistung zur Verfügung stellen kann. Wenn die laufenden Reizschwellenmessungen wieder einen Abfall anzeigen, schließt sich die Implantation der elektronischen Schaltung mit Batterie an. Durch Berücksichtigung der Anstiegsgeschwindigkeit der Reizschwelle kann man extrapolieren und damit das Verfahren abkürzen. Der Nachteil der zweizeitigen Schrittmacherimplantation ist die er-

höhte Infektionsgefahr, da das eine Ende der Elektrode aus dem Körper herausgeführt werden muß.

Dislokation und Reizschwellenerhöhung kann man klinisch nicht immer voneinander trennen. Bei einem Teil der Mikrodislokationen muß man annehmen, daß die Elektrode auf einem kleinen älteren Narbengewebe einer Durchblutungsstörung oder einer früheren unbemerkt abgelaufenen Myokarditis zu liegen kam, so daß die Überleitung aussetzte; in derartigen Fällen treten die Schwierigkeiten in der Regel sofort beim Legen der permanenten Elektrodensonde auf.

Eine Sonderform der Dislokation ist die Perforation. Sie konnte in unserem Krankengut nicht nachgewiesen werden. Röntgenologisch ist sie nicht immer zu erfassen. Klinische Erscheinungen wie präkordiale Schmerzen und Perikardreiben können Hinweise geben. Zu einer wesentlichen Perikardblutung braucht es offenbar nicht zu kommen. Nach einfachem Zurückziehen der Elektrode setzt oft die Überleitung schon ein, so daß vermutlich manche Perforation unbekannt bleibt. Es sollen jedoch auch Todesfälle vorgekommen sein.

b) Parasystolie

Die zweitgrößte Gruppe der Frühkomplikationen stellen die Parasystolien dar (13 %). Sie waren vor allem ein Problem der festfrequenten Schrittmacher. Durch die Demand-Schaltungen haben

sie weitgehend an Bedeutung verloren. Bei Demand-Schrittmachern ist entweder bei wechselnder AV-Überleitungsstörung oder bei früherem totalen AV-Block, der sich durch die bessere Hämodynamik unter Schrittmacherbehandlung ganz oder teilweise zurückgebildet hat, oder bei Besserung der AV-Überleitung durch physische Beanspruchung eine Parasystolie möglich. Diese bleibt infolge der Demand-Schaltung aber auf die dem Wechsel von Reizursprung und -frequenz entsprechende leichte Arrhythmie beschränkt und ist ungefährlich und hämodynamisch unerheblich. Im EKG kann man nicht selten auch Kombinationssystolen erkennen.

c) Extrasystolie

Fällt eine Erregung frühzeitig nach dem letzten Schrittmacherimpuls in die relative Refraktärphase oder kurz danach ein, so bleibt sie frustan, d.h. sie löst keine oder keine wirksame Kontraktion aus, verschiebt aber den nächstfolgenden Schrittmacherimpuls um eine volle Periode. Wenn sich dies bei einem Bigeminus mit jedem Herzschlag wiederholt, wirkt es sich peripher als funktionelle Bradykardie aus, die sogenannte Bigeminusbradykardie (4 %). Diese Form der Schrittmacherparasystolie kann gelegentlich Schwierigkeiten machen und zur Verwendung eines Schrittmachers mit technischer Refraktärzeit oder eines festfrequenten Schrittmachers Anlaß geben.

Der Schrittmacher mit technischer Refraktärzeit registriert frühzeitige Extrasystolen nicht. Sie werden zwischen zwei Schrittmacherimpulsen von normalem Zeitabstand

interponiert. Die Pulsfrequenz ändert sich dadurch nicht. Fällt die Sinuserregung allerdings später ein, bleibt sie nicht frustan. Durch die Schrittmacherstimulation würde dann eine Tachykardie resultieren. Um dies zu vermeiden, darf die technische Refraktärzeit nicht viel länger als die relative Refraktärphase des schrittmacherinduzierten QRS-Komplexes sein, also nur so lange, bis die Kontraktionsfähigkeit des Myokards wieder voll hergestellt ist. Fällt dann eine Sinuserregung spät ein, so daß sie also einen vollen Herzschlag auslöst, wird der nächste Schrittmacherimpuls um eine volle Periode verschoben. (Die technische Refraktärzeit hat noch den Vorteil, daß die T-Welle den Schrittmacher nicht inhibieren kann, was allerdings selten von Belang ist.) Da auch ein Bigeminus mit langem Koppelungsintervall durch geringe diastolische Füllung mehr oder weniger frustane Aktionen ergibt, läßt sich die funktionelle Bradykardie auch durch den Schrittmacher mit Refraktärzeit nicht vermeiden.

Die vereinzelte Extrasystolie kann bei entsprechender zeitlicher Koppelung zum vorhergehenden Schrittmacherimpuls in gleicher Weise eine Verzögerung des nächsten Schrittmacherimpulses erzeugen (bei Demand-Schaltung). Einmalige oder seltene Ereignisse dieser Art sind aber hämodynamisch unerheblich. Extrasystolen selbst werden durch den Schrittmacher selbstverständlich nicht verhindert (von frequenzabhängigen Extrasystolen aus Bradykardie heraus abgesehen). Es ist jedoch wichtig, daß bei funktionierendem Schrittmacher Antiarrhythmika auch in höherer Dosierung gegeben werden können, ohne daß Leitungsstörungen oder Bradykardie zu befürchten sind (vgl. Schrittmacherschutz bei Reanimation).

d) Seltene Komplikationen

Kombinationssystolen (2 %) von Extrasystolie oder Parasystolie und Schrittmacherimpuls sind selten und nur als EKG-phänomen ohne klinische Bedeutung anzusehen. In 4 % der Fälle kam eine Thrombophlebitis vor, meist am Arm, die auf die vorher gelegte temporäre oder auf die permanente Elektrode zurückzuführen war.

Eine ernste Komplikation stellt das Kammerflimmern dar. Es kann nur dann auf den Schrittmacher zurückgeführt werden, wenn durch fehlende oder defekte Demand-Schaltung ein Schrittmacherreiz vorzeitig in die sogenannte vulnerable Phase einfällt. Daß frühzeitige Extrasystolen Kammerflattern und -flimmern auslösen können, wird durch den Schrittmacher selbstverständlich nicht verhütet. Bei hypoxischem Herzen und bei elektrischer Inhomogenität des Myokards ist diese Gefahr bekanntlich erhöht, wobei fokale Schrittmacherbildung, mikro-R-entry oder Kreiserregungen vorliegen können. Durch die Sicherstellung einer normalen Herzfrequenz wird den Voraussetzungen für solche Ereignisse entgegengewirkt, indem eine bradykardiebedingte myokardiale Hypoxie vermindert und durch die Frequenzsteigerung die elektrische Homogenität des Myokards verbessert wird.

In der vorliegenden Serie kam es bei 2 Patienten = 1,1 % in den ersten Tagen nach der Schrittmacherimplantation zu Kammerflimmern. Beide hatten eine Koronarsklerose.

Der erste Patient war 74 Jahre alt und wurde mit konstanter Frequenz stimuliert. Das Kammerflimmern konnte erfolgreich defibrilliert werden. Da eine Parasystolie nachgewiesen ist, die nur mit hoher Frequenz des Schrittmachers zu beherrschen war, ist hier ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Schrittmachertherapie und Kammerflimmern sehr wahrscheinlich.

Der zweite Patient war 61 Jahre alt und besaß eine Demand-Schaltung. Er verstarb nach erfolgloser Defibrillation im Kammerflimmern. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Schrittmachertherapie und Kammerflimmern ist hier unwahrscheinlich. Ganz im Vordergrund steht der fortgeschrittene irreversible Myokardschaden.

13. Interne Therapie nach Schrittmacherimplantation

a) Senkung der myokardialen Reizschwelle

Wie schon ausgeführt, bildet sich in den ersten Tagen nach Schrittmacherimplantation um die Elektrode ein Granulationsgewebe. Diese Gewebereaktion kann überschießend sein, so daß eine Reizschwellenerhöhung resultiert, für welche die implantierbaren Schrittmacher nicht dimensioniert sind. Eine Reposition kann möglicherweise wieder zum gleichen Ergebnis führen. Hier sind nach Meinung einiger Autoren Kortikosteroide solange indiziert, bis die Vernarbung, die das Granulationsgewebe ersetzt, abgeschlossen ist (NAGER, 1973). In unserem Krankengut war kein derartiger Fall enthalten. Die Wirksamkeit der Kortikosteroid-

behandlung ist im übrigen umstritten. Praktisch wird in Unklarheit der Ursache der Übernahmestörung meist zunächst eine Reposition versucht, oder das Wiederabsinken der Reizschwelle abgewartet, nötigenfalls unter Applikation eines zusätzlichen temporären Schrittmachers.

b) Behebung einer Parasystolie

Die Parasystolie muß dann therapiert werden, wenn sie entweder subjektiv als Palpation vom Patienten unangenehm empfunden wird, sich bei gehäuftem Auftreten hämodynamisch ungünstig auswirkt oder Kammertachykardien auslöst. Zur Unterdrückung der Parasystolie stehen hauptsächlich drei Medikamente, evtl. in zweckmäßiger Kombination, zur Verfügung: Herzglykoside, Verapamil (Isoptin) und β -Rezeptorenblocker. Ihre Wirkung besteht darin, daß sie die Frequenz des Sinusknotens senken (Herzglykoside, β -Rezeptorenblocker) und die AV-Überleitung hemmen (Herzglykoside, Verapamil), so daß der Schrittmacher die alleinige Führung behält und keine Eigenschläge des Herzens mehr zustande kommen. Der Nachteil der β -Rezeptorenblocker besteht darin, daß sie negativ inotrop wirken. Sie sind daher bei Herzinsuffizienz kontraindiziert oder können eine latente Herzinsuffizienz manifest werden lassen. Digitalis-Glykoside können insofern ungünstig sein, als sie die Refraktärzeit von Vorhof und Kammern verkürzen und die Neigung zu ektopischer Reizbildung fördern (NAGER, 1973). Bei ständiger Parasystolieneigung muß die Wirkdauer (Halbwertszeit) der betreffenden Präparate in der Dauer-

therapie berücksichtigt werden.

c) Unterdrückung von Extrasystolie und Tachyarrhythmie

Extrasystolien und paroxysmale Tachykardien während Schrittmacherbehandlung lassen sich verhältnismäßig risikolos mit Antiarrhythmika behandeln, da eine evtl. Bradykardisierung oder Leitungsstörung sich nicht auswirken kann. Dies gilt auch für die tachykarden Phasen beim Tachykardie-Bradykardie-Syndrom (Sinusknoten-Syndrom). Allerdings muß bei Schrittmacherversagen mit niedrigfrequentem Ersatzrhythmus des Herzens oder einer verlängerten präautomatischen Phase gerechnet werden. Zu den Antiarrhythmika gehören u.a. β -Rezeptorenblocker, Chinidin und Procainamid (RZ-verlängernd), sowie Diphenylhydantoin (RZ- und leitungsverkürzend), das zusammen mit Kalium besonders bei digitalisinduzierten Tachyarrhythmien und bei TU-Abnormitäten und Verdacht auf Kreisläufigkeiten indiziert ist. Generell sollte der Kaliumspiegel in den oberen Normbereich gebracht werden.

d) Behandlung der Herzmuskelinsuffizienz

Außer zur Unterdrückung der Parasystolie sind Herzglykoside vor allem dann zusätzlich zur Schrittmachertherapie indiziert, wenn eine Herzinsuffizienz besteht oder weiterbesteht. Eine routinemäßige Digitalisierung aller Schrittmacherpatienten, wie sie gelegentlich vorgeschlagen wurde, ist nicht begründet. Da viele Schrittmacherpatienten infolge des Grundleidens auch

eine Herzinsuffizienz haben, treffen beide Indikationen häufig zusammen (s. Abb. 21). Patienten mit normaler Frequenz und Herzmuskelinsuffizienz, die auf Glykoside mit Bradykardie reagieren, können unter dem Schutz des Schrittmachers digitalisiert werden.

e) Therapie koronarer und peripherer Durchblutungsstörungen

Ein indizierter Schrittmacher, durch den die Hämodynamik verbessert wird, wirkt sich auch günstig auf gleichzeitige koronare oder periphere Durchblutungsstörungen aus. Im übrigen ist deren Therapie unabhängig von der Schrittmachertherapie. Im Herz-Kreislaufsystem haben sowohl das Herz als auch die Arteriole Reglerfunktion. Durch die Funktion des Schrittmachers ist dem Herzen die Fähigkeit, über Frequenzänderungen regulativ einzugreifen, genommen. Bei Schrittmacherpatienten besteht daher ein erhöhtes Risiko orthostatischer Synkopen (NAGER, 1973).

f) Statistik zur internen Therapie

Abb. 21 führt die wichtigsten Medikamente auf, die zusätzlich zum Schrittmacher bei unserem Krankengut zur Behandlung von Herz und Kreislauf eingesetzt wurden. 73 % der 200 Patienten benötigten Glykoside zur Therapie von Herzmuskelinsuffizienz und Parasystolie, ganz überwiegend aus ersterem Grunde. Beide Indikationen sind statistisch nicht zu trennen, da die Glykoside aufgrund der Anamnese oft schon von vornherein wegen wahrschein-

Abb. 21 : Zusätzliche interne Therapie zur permanenten und temporären Schrittmacheranwendung.

(Häufig wurden gleichzeitig mehrere Medikamente verordnet)

	Schrittmacher					
	total		permanent		ausschließlich temporär	
	n	%	n	%	n	%
Glykoside	146	73	145	78	1	7
Antihypertonika	23	11,5	22	11,8	1	7
Antiarrhythmika	15	7,5	14	7,5	1	7
β-Rezeptoren-Blocker	10	5				
Kaliumsubstitution und antikaliuretische Mittel	9	4,5				
Blutdruck-steigernde Mittel	2	1				
Sympathomimetika	3	1,5	2	1,1	1	7
Analgetikum	1	0,5				
Koronarpräparate	1	0,5				
Schilddrüsenhormon	1	0,5				
keine Therapie	38	19	28	15	10	71
	200	100	186	100	14	100

licher latenter Herzinsuffizienz gegeben wurden, so daß man vermuten kann, daß in einigen Fällen eine Parasystolie gar nicht erst auftrat. Antiarrhythmika erhielten 8 % aller Patienten, β -Rezeptorenblocker sind mit 5 % gesondert aufgeführt, da sie aus sehr verschiedenen Indikationen eingesetzt wurden. Blutdrucksteigernde Mittel wurden nur in 2 Fällen (1 %) angewandt. Im Gegensatz zur Therapie vor der Schrittmacherimplantation kam nur einmal nach der Operation ein Koronarpräparat zur Anwendung. 11,5 % der Patienten bekamen Antihypertonika. Dieser Gruppe ist ein gesondertes Kapitel gewidmet.

14. Einfluß der Schrittmachertherapie auf den Hypertonus

46 Patienten, über die Angaben vorlagen, daß sie schon seit Jahren einen Hypertonus hatten, wobei wohl meist ein essentieller Hypertonus anzunehmen ist, und zuletzt vor Schrittmacherimplantation zusätzlich einen Schlagvolumenhypertonus bekamen, wurden genauer analysiert. Dabei stellte sich heraus, daß bei 14 (30,5 %) von diesen 46 Patienten ein Verschwinden oder eine Besserung ihres Hypertonus unter Schrittmachertherapie festzustellen ist (Abb. 22). Als Verschwinden bzw. Besserung des Hypertonus wurde gewertet, wenn nach Schrittmacherimplantation Antihypertonika nicht mehr oder höchstens vorübergehend angewandt wurden.

Abb.22: Blutdruckverhalten bei Hypertonikern (anamnestisch)
während Schrittmachertherapie

		während Schrittmachertherapie					
		Normotonus oder Besserung des Hypertonus		Hypertonus		Summe	
während Schrittmacheranwendung	mit Antihypertoni- ka	14	30,5%	10	22%	24	52,5%
	ohne Antihypertoni- ka	14	30,5%	8	17%	22	47,5%
Summe		28	61 %	18	39%	46	100 %

Die Gruppe der 14 nach Schrittmacher gebesserten Hypertoniker kann weiter unterteilt werden (Abb. 23).

I. Gruppe: Bei 5 Patienten war der Hypertonus unter Schrittmachertherapie nicht mehr zu erkennen, wobei für den systolischen Blutdruckwert eine obere Grenze von 140 bis maximal 160 mmHg (bei älteren Patienten) und für den diastolischen Wert höchstens 90 mmHg zugelassen wurde. Während bei diesen Patienten hinsichtlich eines Schlagvolumenhypertonus Blutdruckwerte, die bei stationärem Aufenthalt gemessen wurden, vorliegen, sind die Angaben über den früheren essentiellen Hypertonus nur aus der Anamnese entnommen und deshalb ohne Zahlenangaben. Die Beobachtungszeiten vor Schrittmachertherapie betragen 1 Tag, 2 Tage und 1 Jahr, während Schrittmacherbehandlung 1 Tag, 2 Tage und 15 Tage. Wegen der Kürze der Beobachtungszeiten kann ein labiler Hypertonus nicht ausgeschlossen werden. Das Material reicht deshalb nicht aus, um ein Urteil darüber abzugeben, ob bei diesen Patienten ein essentieller Hypertonus nach Schrittmacherimplantation eine Besserung zeigte. Die Beobachtungen können nur als Voruntersuchung für weitere Nachforschungen gewertet werden.

Eine II. Gruppe von 5 Patienten hatte zwar unter Schrittmachertherapie keinen normalen Blutdruck, aber es ist doch eine deutliche Besserung festzustellen, da ein Vergleich mit Blutdruckwerten, die nichtbrachykardiebedingt waren, möglich ist. Eine längere Beobachtungszeit sowohl vor als auch nach Schrittmacher-

Abb.23: Verschwinden oder Besserung des Hypertonus bei 14 Patienten mit langjährigem Hypertonus vor Schrittmachertherapie

Gruppen	Zahl der Schrittmacherpatienten	N
I	Hypertonus während Schrittmachertherapie verschwunden, d.h.: syst. < 140 - 160 mm Hg diast. ≤ 90 mm Hg	3
II	Besserung des Hypertonus während Schrittmachertherapie im Vergleich zum nichtbradykardiebedingten Hyper- tonus vor Schrittmacheranwendung	3
III	Besserung des Blutdruckes während Schrittmachertherapie im Vergleich zum bradykardiebedingten Schlagvolumen- hypertonus (über einen langjährigen Hypertonus vor Schrittmacheranwendung liegen nur anamnestische Angaben ohne Zahlenwerte vor)	8
	Summe	14

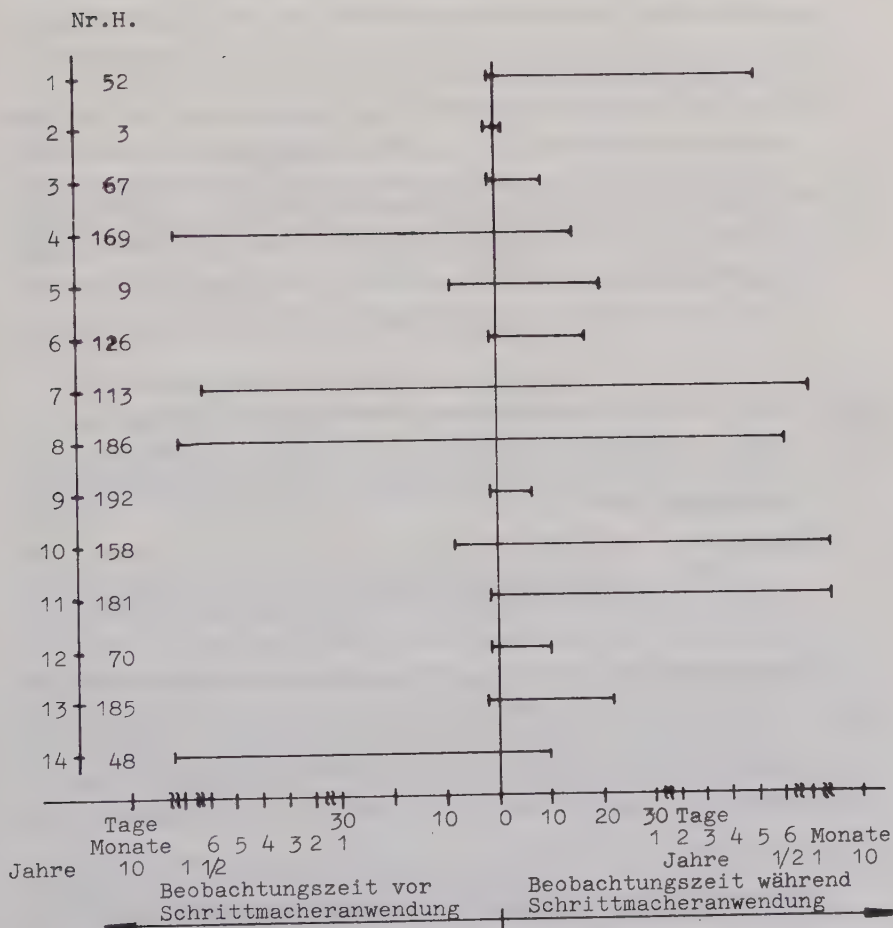
macherimplantation wäre allerdings wünschenswert. Die Beobachtungszeiten vor Schrittmachertherapie betrugen 1 Tag, 9 Tage und 7 Monate, während Schrittmacherbehandlung 17 Tage, 20 Tage und 15 Monate.

Bei einer III. Gruppe von 8 Patienten bestand nach Schrittmacherimplantation noch ein geringfügiger Hypertonus, wobei eine Senkung gegenüber dem Schlagvolumenhypertonus deutlich ist. Ob sich auch der essentielle Hochdruck der zuletzt genannten Gruppe gebessert hat, bleibt im Rahmen dieser Arbeit offen, da bezüglich des langjährigen Hochdruckleidens keine Zahlenangaben vorliegen und die Informationen nur aus der Anamnese des Patienten stammen.

Die Beobachtungszeit dieser insgesamt 14 Patienten sowohl vor der Schrittmachertherapie als auch während Schrittmacheranwendung variiert stark. Nur bei manchen Patienten, die wegen zusätzlicher Krankheiten behandelt wurden oder anlässlich eines Batteriewechsels das Krankenhaus wiederholt aufsuchten, liegen längere Beobachtungen vor (Abb. 24).

Betrachtet man die Dauer der stationären Beobachtung während Schrittmachertherapie, so kann man in 3 Gruppen unterteilen. Bei 5 Patienten lagen nur während stationärer Behandlung von 1 - 10 Tagen Blutdruckmeßwerte vor, was die Beurteilung des Blutdruckes in ihrem Wert einschränkt. Bei 4 Patienten betrug der Klinikaufenthalt zwischen 15 und 22 Tagen. Auch hier wären noch zusätzliche spätere Kontrollen wünschenswert. Durch erneuten Klinikaufenthalt

Abb. 24 : Beobachtungszeiten bei 14 während Schrittmacher-
therapie gebesserten Hypertonikern
Nr.H.= Nummer der Herzschrittmacherkartei



ergab sich die Möglichkeit, bei 5 weiteren Patienten Blutdruckmeßwerte in einem Zeitraum von 5 Monaten bis 4 Jahren zu gewinnen. Hier wäre die Beobachtungszeit während Schrittmachertherapie zwar ausreichend, leider sind aber vor Schrittmacheranwendung zu wenig Meßwerte vorhanden.

Vor Schrittmacheranwendung variieren die Beobachtungszeiten der Blutdruckmeßwerte, die stationär gewonnen wurden, ebenfalls sehr stark, da ein Teil der Patienten wegen anderer Leiden Kliniken aufsuchten, so daß entsprechende Unterlagen vorhanden sind. Vor Schrittmacheranwendung muß man, um einen Überblick über vergleichbare Beobachtungszeiten zu erhalten, eine andere Gruppierung vornehmen. Bei 4 Patienten liegen Blutdruckkontrollen während eines Zeitraumes von 1/2 bis 2 Jahren vor. Der Rest von 10 Patienten wurde nur 1 Tag lang bis 9 Tage lang beobachtet, so daß man für die retrospektive Beurteilung eines evtl. essentiellen Hypertonus auf die Anamnese angewiesen ist.

Aus der Zusammenstellung der Beobachtungszeiten (Abb. 24) läßt sich ablesen, daß nur über 2 Patienten sowohl vor Schrittmacherimplantation als auch während Schrittmacheranwendung genügend lange Beobachtungszeiten vorliegen.

Bei der weiteren Analyse des Blutdruckverhaltens bei einem dieser beiden Patienten (W. A. 186) ergibt sich, daß der 1 Jahr vor Schrittmacheranwendung gemessene Blutdruck bradykardiebedingt ist, also der Hypertonus zu diesem Zeitpunkt nicht als essentieller mit genügender Sicherheit eingestuft werden kann, so daß also auch hier die Beobachtungszeit nur scheinbar ausreichend war und ältere Blutdruckdaten mit zugehörigen Pulsfrequenzen notwendig wären.

So bleibt nur 1 Patient (N.A. 113) übrig, bei dem ein nicht-bradykardiebedingter Hypertonus vorliegt. Auch hier

wären allerdings noch längere Beobachtungszeiten vor Schrittmachertherapie wünschenswert. Leider ist der Patient inzwischen schon verstorben, so daß eine längere Nachbeobachtung als 15 Monate nicht möglich aber auch nicht zwingend erforderlich ist.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß zum Zeitpunkt der Erhebung dieser Arbeit mit den dafür zur Verfügung stehenden Unterlagen noch nicht mit genügender Sicherheit gesagt werden kann, ob die Schrittmachertherapie neben ihrem Einfluß auf den Schlagvolumenhypertonus auch in manchen ausgewählten Fällen eine günstige Wirkung auf den essentiellen Hypertonus nehmen kann. Hierzu wären weitere Nachforschungen über die Blutdruckwerte und die Pulsfrequenzen während eines längeren Verlaufs vor und nach Schrittmacherimplantation nötig.

In allen vorgenannten 14 Fällen ist die Senkung des bradykardiebedingten Schlagvolumenhypertonus überzeugend. Die Beobachtungen erweckten den Eindruck, daß die Schrittmacherbehandlung darüber hinaus einen günstigen Einfluß auf den essentiellen Blutdruck gewisser Patienten nehmen kann.

Die Schwierigkeit liegt darin, daß in der Vorgeschichte eine frühere Bradykardie nicht sicher ausgeschlossen werden kann, sei es, daß die Bradykardie nur vorübergehend auftrat oder z.B. bei Frequenzen um 50 pro min als nicht erheblich angesehen wurde. Es wäre vorstellbar, daß auch in diesen Fällen eine Blutdrucksteigerung ausgelöst werden kann, die über den eigentlichen

Schlagvolumenhochdruck hinausgeht. Genauere Kenntnisse hierüber fehlen jedoch. In den Beobachtungen von SCHÄFER et al. (1974) handelte es sich um Patienten, die als Hypertoniker bekannt waren und gleichzeitig einen eher niedrigen Puls hatten, jedoch keine sonstige klinische Symptomatik seitens dieser Bradykardie hatten; nach Schrittmacheranwendung kam es zur Besserung der Hypertonie.

Nach SCHÄFER hat es sich in ausgewählten Fällen gezeigt, daß der Hypertonus medikamentös nicht zu beherrschen war. Erst eine kausale Therapie der Bradykardie mit dem Schrittmacher brachte den Hypertonus zum Verschwinden oder besserte ihn wesentlich. Mit SCHÄFER et al. (1974) kann deshalb der bradykardiebedingte, medikamentös therapieresistente Hypertonus als zusätzliche Schrittmacherindikation vertreten werden.

Es wäre denkbar, daß bei den 14 Patienten dieser Studie, die ja alle einen langjährigen Hypertonus vor der Schrittmachtherapie hatten, ein Vorstadium bestand, in dem nur der Hypertonus auffiel, die Bradykardie nur geringfügig war, sich aber sonst keine akute oder chronische Herzinsuffizienz zeigte. Darüber ist aufgrund des im Rahmen dieser Studie zugänglichen retrospektiven Zahlenmaterials keine Entscheidung möglich.

Der Blutdruck- und Pulsverlauf vor und während Schrittmacheranwendung - soweit stationäre oder ambulante Werte bekannt sind - ist für die Gruppe der 14 Hypertoniker im Anhang aus Diagrammen zu entnehmen. Aus Gründen der Schweigepflicht sind

die Patienten nur mit Anfangsbuchstaben benannt. Beim Verfasser ist eine Liste mit den ausgeschriebenen Namen vorhanden.

15. Langzeitverlauf und Überlebensdauer

Eine Erhebung darüber, was aus den Schrittmacherpatienten weiter geworden ist, wurde in der vorliegenden Studie nicht systematisch durchgeführt, weil das Augenmerk auf der Indikationsstellung und ihrer Analyse lag. Ein Teil der Patienten mit permanentem Schrittmacher ist aus der fortlaufenden Überwachung bekannt, viele haben schon eine wiederholte Erneuerung des Impulsgebers hinter sich, die nach etwa 2 Jahren oder bei Anzeichen für ein Nachlassen der Batterieleistung vorgenommen wird. Zahlenangaben über die Überlebensdauer können hier jedoch nicht gemacht werden. Im Einzelfall ist die anhaltende klinische Besserung oft sehr eindrucksvoll.

16. Zusammenfassung

1. An der I. Medizinischen Klinik der Universität München wurde 1963 erstmals die Implantation eines Herzschrittmachers veranlaßt. Für eine Reihe von Herzrhythmusstörungen hat der Herzschrittmacher heute gegenüber der rein medikamentösen Therapie den Vorrang. In der vorliegenden Studie kommt zum Ausdruck, daß sich das Indikationsgebiet zunehmend ausweitet.

2. Während in der Chirurgischen Klinik die Implantation durchgeführt wird, gehören Indikationsstellung, Vorbereitung, Nachbehandlung, Notfälle und insbesondere die Anwendung des temporären extrakorporalen Herzschrittmachers zum Aufgabenbereich der I. Medizinischen Klinik der Universität München.

3. Eine Statistik von der Verteilung der Herzschrittmacherpatienten auf die einzelnen Jahre ergibt einen steten Anstieg. Von 200 Patienten erhielten 186 einen permanenten Herzschrittmacher; davon wurden 122 mit einem temporären vorbehandelt. Eine eigene Gruppe stellen 14 Patienten dar, die nur mit einem extrakorporalen temporären Schrittmacher stimuliert wurden; hier sind jedoch aufgrund der Archivauswertung nicht alle tatsächlich behandelten Patienten erfaßt. Die Zahl der temporären Schrittmacheranwendungen aus verschiedenen Indikationen liegt wesentlich höher.

4. Die Analyse der Altersverteilung ergibt in Übereinstimmung mit den Angaben anderer Autoren, daß die Herzschrittmacheranwendung eine Therapie vorwiegend alter Menschen ist. Ein Vergleich mehrerer Veröffentlichungen aus verschiedenen Jahren ergibt, daß das Durchschnittsalter umso höher ist, je jünger die Veröffentlichung war; darin spiegelt sich das abnehmende Risiko des Verfahrens und die Erweiterung der Indikation wider. Das Durchschnittsalter der Männer und Frauen ist in unserer Serie praktisch gleich, die Zahl der Männer ist unwesentlich größer als die der Frauen.

5. Für die Implantation eines permanenten Schrittmachers stehen verschiedene elektronische Schaltungen zur Verfügung: der frequenzkonstante, der vorhofgesteuerte, der QRS-gesteuerte und der bifokal-atrioventrikuläre Demand- Schrittmacher. Bei QRS-gesteuerten Schrittmacher unterscheidet man zwischen Demand und Standby. Es werden Indikation sowie Vor- und Nachteile jeder Schaltungsart diskutiert. Heute dominiert der Demand-Schrittmacher (von einigen seltenen Ausnahmen abgesehen), was sich in unserer Serie bestätigt.

6. Zur temporären extrakorporalen Stimulation kommen Geräte zur Verwendung, mit denen wahlweise QRS-gesteuert oder festfrequent gesteuert werden kann und dabei Stimulationsfrequenz, Reizstärke und Empfindlichkeit des Sensors variierbar sind. Spezielle Gerätetypen ermöglichen es, Doppelstimulation oder orthorhythmische sowie Serienstimulation durchzuführen.

Beim temporären Herzschrittmacher sind externe, transvenöse, transoesophageale und transthorakale Elektrodenführungen möglich. In den meisten Fällen werden bipolare transvenös-endokardiale Elektroden verwendet, entweder als einschwemmbar oder als halbsteife Stimulations-Katheter.

Auch beim permanenten Herzschrittmacher liegt heute in fast allen Fällen die Elektrode transvenös-endokardial. Bei Übernahmestörungen kommen nach vergeblichen Repositionen die Widerhakensonde oder die epikardiale Fixation in Frage.

7. In 88 % aller temporären Schrittmacheranwendungen mußte wegen drohender Adams-Stokes-Anfälle oder hämodynamisch kritischer Bradykardie, die zu kardiogenem Schock oder Herzinsuffizienz führen kann, die Zeit bis zur Implantation eines Herzschrittmachers durch den temporären Schrittmacher überbrückt werden. 3,7 % bestehen aus Notfällen (Asystolie, bradykardie-bedingter Schock und Adams-Stokes-Anfall), 1,5 % aus vorübergehender kritischer Bradykardie bei Digitalisintoxikation und 5,8 % aus ausgewählten Fällen von Herzinfarktpatienten. Die Indikation zum temporären Herzschrittmacher bei Herzinfarkt kann die hämodynamisch kritische Bradykardie mit und ohne Adams-Stokes-Anfällen bei AV-Block II. und III. Grades, der bifaszikuläre Block, der monofaszikuläre Block mit AV-Block I. und II. Grades und der trifaszikuläre Block sein, wobei Infarktlokalisation und klinisches Bild die Dringlichkeit der Schrittmacheranwendung beeinflussen.

Extrasystolie und Tachykardie treten beim Herzinfarkt häufig auf. Bleibt eine medikamentöse Therapie erfolglos, so kommt eine Schrittmachertherapie versuchsweise in Frage. Frequenzanhebung bzw. Overdriving, Underdriving, serielle Stimulation (mit dem orthorhythmischen Schrittmacher) und Antiarrhythmika unter Schrittmacherschutz stehen als mögliche Verfahren zur Verfügung.

Bei Reanimation kommt der temporäre Schrittmacher ebenfalls zur Anwendung. Es gibt Fälle von Kammerflimmern, bei denen nur Defibrillation bei gleichzeitiger Antiarrhythmikagabe unter Schrittmacherschutz zum Erfolg führt. Liegt Asystolie vor, wird

sofort der Schrittmacher gelegt.

8. Bei therapieresistenten Tachykardien steht auch die Doppelstimulation, entweder als gekoppelte oder besser als gepaarte Form, zur Verfügung, die möglicherweise an Bedeutung gewinnen wird, wenn sie mit der seriellen Stimulation kombiniert wird. Ob die Doppelstimulation zur postextrasystolischen Potenzierung bei Herzinsuffizienz nicht nur am Hundeherzen, sondern beim menschlichen Herzen lohnend ist, scheint noch fraglich zu sein.

Bewährt hat sich der temporäre Herzschrittmacher zur Diagnose von Angina pectoris, Myokarddysfunktion, eines latenten WPW-Syndroms, zur Prüfung von Sinus-Knoten-Funktion und AV-Funktion, um entsprechende intermittierende oder latente Rhythmusstörungen aufzudecken, und zur Messung der Refraktärzeit in Abhängigkeit von Antiarrhythmika.

9 a Die klinischen Symptome, die der Implantation eines permanenten Schrittmachers vorausgehen und die Indikation darstellen, werden in cerebrale und nichtcerebrale eingeteilt. Ganz im Vordergrund steht der Adams-Stokes-Anfall aus der ersten Gruppe. Es wird der Nachweis anhand von Statistiken unserer Serie erbracht, daß sich die Indikation in den letzten Jahren gegenüber den früheren Jahren verbreitert hat, indem auch nichtlebensbedrohliche Symptome wie Bewußtseinsstrübung, cerebrale Leistungsminderung und passagere cerebrale Durchblutungsstörungen

in zunehmendem Maße Anlaß zur Implantation eines permanenten Schrittmachers gaben.

9 b Auch die Rhythmusstörungen, die die kardiale Genese der obigen Symptome sehr wahrscheinlich machen und dokumentieren, zeigen wiederum, wie sich die Indikationsstellung in den letzten Jahren verbreitert hat. Zwar stellt die Kammerbradykardie nach wie vor die größte Gruppe dar, jedoch stieg die Häufigkeit lang-samer Flimmerarrhythmie, Sinusbradykardie, Sinus-Knotensyndrom und Kammerbradyarrhythmie an.

9 c Die Analyse unserer Serie ergibt, daß der Schrittmachertherapie in der Hälfte der Fälle vergebliche medikamentöse Versuche vorausgingen. Dazu gehört die Anhebung der Frequenz mit Orciprenalin und Digitalisierung, die eine Bradykardie zur Folge hat und erst nach Implantation optimal zur Anwendung kommen kann.

9 d Die Kammerbradykardien lassen sich weiter differenzieren, indem man nach Art des Blockes einteilt. Fast die Hälfte aller Patienten mit permanentem Schrittmacher hatten einen AV-Block III. Grades. Danach folgt mit Abstand der AV-Block II. Grades, der SA-Block und die Kombination von AV-Block und Schenkelblock. Eine besondere Indikation stellt die prophylaktische Anwendung des Schrittmachers bei ausgewählten Fällen von bifaszikulärem und monofaszikulärem Block zusammen mit AV-Block I. und II. Grades dar.

10. Es werden die Art der Herzerkrankungen zusammengestellt. Überwiegend tritt die Koronarsklerose auf, gefolgt von Hypertonus und Zustand nach Herzinfarkt.

11. Bei den Begleitkrankheiten steht in Übereinstimmung mit anderen Autoren der Diabetes mellitus in der Häufigkeit an erster Stelle, gefolgt von Aortensklerose, Cerebralsklerose und allgemeiner Gefäßsklerose.

12. Von den Frühkomplikationen, die in einem Zeitraum von etwa 14 Tagen nach Implantation auftreten, spielen die Störung der Reizübernahme zahlenmäßig eine große Rolle, bereiten aber meist keine Schwierigkeiten, da sie fast nur in den ersten Wochen nach Implantation auftreten und durch Reposition leicht beherrschbar sind. Die zweitgrößte Gruppe der Frühkomplikationen stellen die Parasystolien dar. Sie waren ein Problem bei festfrequenten Schrittmachern, sind aber jetzt seit Einführung der Demand-Schaltungen meist ohne Bedeutung. Schwierigkeiten bereitet manchmal ein Bigeminus, der zur Verwendung eines Schrittmachers mit technischer Refraktärzeit oder eines festfrequenten Schrittmachers Anlaß gibt.

13. Bei 85 % der Patienten mit permanentem Schrittmacher ist eine zusätzliche medikamentöse Therapie erforderlich. 73 % benötigen Glykoside, überwiegend zur Behandlung der Herzmuskelinsuffizienz. Zur Beseitigung der Parasystolie stehen ebenfalls Glykoside zur Verfügung, aber auch β -Rezeptorenblocker und

Verapamil. Zur Unterdrückung von Extrasystolien und paroxysmalen Tachykardien kann man verhältnismäßig risikolos (Schrittmacher-schutz) Antiarrhythmika wie β -Rezeptorenblocker, Chinidin, Procainamid und Diphenylhydantoin einsetzen.

14. Ein Teil der anamnestischen Hypertoniker (14 von 46) benötigte nach Schrittmacherimplantation keine Antihypertonika mehr, weil sich der Blutdruck normalisierte oder weitgehend besserte. Der bradykardiebedingte Schlagvolumenhypertonus ist hierbei soweit möglich nicht gewertet.

17. Literaturverzeichnis

AMOR, H., SCHWINGSHACKL u. F. DIENSTL:

Transvenöse Schrittmacheranwendung in der Behandlung des
frischen Myokardinfarktes.

Wiener klinische Wochenschrift, 82, 6 (1970)

AVENHAUS, H., GROHMANN u. K. SEIBEL:

Auswirkungen der gepaarten Stimulation auf das Schlag-
volumen und Minutenvolumen des Herzens bei Patienten mit
bradykarder Rhythmusstörung.

Kreislaufforschg., 59, 385 (1970)

AVENHAUS, H.:

Die Hämodynamik des rechten Ventrikels beim Menschen
Klin. Wschr., 19, 364 (1971)

AVENHAUS, H., H. GROHMANN, K. SEIBEL:

Refraktärzeitbestimmungen des Herzens beim Menschen.
Untersuchungen mit elektrischer Stimulation.

Klin. Wschr., 46, 1267 (1968)

BÜCHNER, M.:

Zur Physiologie und Pathophysiologie der Erregungsbildung
im menschlichen Herzen.

Arch. Kreislaufforschg., 60, 327 (1969)

BROSS, W., A. KUSTRZYCKI, B. OLEJAK, T. BROSS u. R. KOLTOWSKI:

Zur Behandlung von Herzrhythmusstörungen.

Ther. d. Gegenwart, 108, 778 (1969)

BROSS, W., T. BROSS, R. KOLTOWSKI, A. KUSTRZYCKI u. B. OLEJAK:

Eigene Erfahrungen in der Behandlung von Herzrhythmusstörungen mit besonderer Berücksichtigung des Morgagni-Adams-Stokes-Syndroms mittels Schrittmachern.

Langenbecks Arch. Chir., 325, 193, Kongreßbericht (1969)

BURKART, F.:

Indikationen und Komplikationen bei der Behandlung mit elektrischem Schrittmacher.

Schweiz, med. Wschr., 102, 389 (1972)

DECHAMPS, P.D., D. FARBENDER, D. THÜRMAN, H. WEBER:

Intraventrikuläre Störungen der Erregungsleitung (faszikuläre Blockform) bei Herzinfarkten.

Med. Welt, 23, 1791 (1972)

DIENSTL, F., H. AMOR, H. SCHWINGSHACKL, S. WILFLINGSIEDER:

Die Anwendung des transvenösen Schrittmachers in der Behandlung des frischen Myokardinfarktes.

Wien. Z. Inn. Med., 52, 203 (1971)

DIENSTL, F.:

Behandlungsergebnisse mit dem künstlichen Herzschrittmacher.

Wien. Z. Inn. Med., 49, (1968), Beilage 1-38

DIETZ, A.u. H.W. KIRCHHOFF:

Die Variationsbreite von Herzrhythmusstörungen bei Herzgesunden.

Kardiolog., 62, 289 (1973)

DIEWITZ, M., G. SCHRAMM u. D. HEINRICH:

Vor- und Nachteile der zweizeitigen Schrittmacher-
implantation.

Münch. med. Wschr., 114, 731 (1972)

EFFERT, S., J. MEYER, H. PETERSEN u. M. REIFFERSCHIED:

Elektrische Stimulation bei bedrohlichen tachykarden
Arrhythmieformen.

Verh. dtsch. Ges. Kreislaufforsch., 34, 424 (1968)

FRIEDMANN, M.:

Häufigkeit, Resultate und periodische Kontrollen im-
plantierter Schrittmacher.

Schweiz. med. Wschr., 102, 392 (1972)

GROHMANN, H.W., K. THEISEN, H. JAHRMÄRKER:

Einfach- und Doppelstimulation des menschlichen Vorhofs.
Untersuchung zur Refraktärzeitbestimmung.

Verh. dtsch. Ges. Kreislaufforsch., 37, 460 (1971)

GROHMANN, H.W., K. THEISEN u. H. JAHRMÄRKER:

Wechselnde atrio-ventrikuläre Überleitungszeit bei der
Vorhofstimulation des menschlichen Herzens.

Klin. Wschr., 19, 367 (1971)

GROHMANN, H.W.:

Diagnostischer und therapeutischer Wert der elektrischen
Vorhofstimulation bei Herzrhythmusstörungen.

Habilitationsschrift München 1973

GROHMANN, H.W., K. THEISEN, R. HALBRITTER, H. JAHRMÄRKER:

Zum Verhalten des Sinusknotens bei der Vorhofstimulation.
Verh. dtsh. Ges. Inn. Med., 78, 1091 (1972)

HAAN, D. u. D. PETZOLD:

Langzeitelektrokardiographie bei Schrittmacherpatienten.
Verh. dtsh. Ges. Kreislaufforschg., 35, 280 (1969)

HAASIS, R.:

Die Schrittmacherimplantation als Therapieform der vagal-kardialen Form des spontanen hypersensitiven Carotissinus-Syndroms.

Dtsch. med. Wschr., 97, 519 (1972)

HACKER, R.W., R. HAASIS u. H. DITTRICH:

Schrittmachertherapie beim spontanen vagal-kardialen hypersensitiven Karotissinus-Syndrom .

Med. Welt, 23, 1971 (1972)

HAGER, W.:

Die Differentialtherapie mit elektrischen Schrittmachern.

Dtsch. Med. Journal, 21, 718 (1970)

HAGER, W. u. K. WINK:

Langzeiterfahrungen mit der Implantation elektrischer Schrittmacher des Herzens.

Z. Kreislaufforschg., 59, 289 (1970)

HALTER, J., T. MOCETTI, F. NAGER, P. LICHTLEN u. A. SENNING:

Langzeiterfahrungen mit implantierten Schrittmachern
unter besonderer Berücksichtigung der Bedarfsschrittmacher.

Schweiz. med. Wschr., 102, 440 (1972)

HARMJANZ, D., D. BÖTTCHER, P. DICKMANN, P. NISSEN, W. KÄSTNER
u. G. GREVEN:

Temporäre Stimulation des Herzens bei bradykarden Rhythmusstörungen.

Med. Klin., 66, 746 (1971)

HAUSEN, W., A. BRUCK, W. MAHRINGER u. K. SPANG:

Schrittmachertherapie bei medikamentös behandlungsrefraktärer Herzinsuffizienz.

Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch., 34, 371 (1968)

HEINRICH von KNORRE, Georg u. G. SCHRÖDER:

Zum Verhalten des Herzrhythmus bei kammergesteuerter Stimulation.

Z. inn. Med., 26, 679 (1971)

HELD, K., W. NIEDERMAYER u. U. GOTTSTEIN:

Untersuchungen des menschlichen Hirnkreislaufs bei totalem AV-Block und Schrittmacherstimulation.

Verh. dt. Ges. Kreislaufforsch., 34, 421 (1968)

HERBINGER, W.:

Die temporäre, transvenös-intrakardiale Elektrostimulation des Herzens.

Dtsch. med. Wschr., 97, 1466 (1972)

HOFFMANN, G., Ch. BÜCHNER, N. KLEINE u. M. WEGENER:

Untersuchungen zur Dynamik des Herzens bei Patienten mit Schrittmachern.

Verh. dtsch. Ges. Kreislaufforsch., 35, 252 (1969)

HOFFMEISTER, H.-E.:

Indikationen zur Schrittmachertherapie.

Langenbecks Arch. Chir., 329, 608 (1971)

JACOB, R. u. G. KISSLING:

Hämodynamische und muskelphysiologische Aspekte der postextrasystolischen Potenzierung.

Ärzt. Forsch., 23, 325 (1969)

KIRSCH, U., P. KALMAR, G. RODEWALD u. K.-W. WESTERMANN:

Spätkomplikation der Herzschrittmachertherapie und ihre Behandlung.

Langenbecks Arch. Chir., 329, 595 (1971)

KLEIN, W.:

Fünf Jahre Erfahrungen mit dem transvenös-intrakardialen Herzschrittmacher.

Wien. Zschr. Inn. Med., 51, 167 (1970)

KOCH, R. u. R. WINTER:

Reizschwellenerhöhung als Komplikation der Schrittmacherbehandlung.

Med. Welt, 25, 156 (1974)

LENNARTZ, H., H.J. SYKOSCH u. A. SELING:

Die Abhängigkeit der Kontraktivität des rechten Ventrikels von Reizort, Impulsstärke und Frequenz bei Schrittmachern.

Dtsch. Ges. Kreislaufforschg., 35, 254 (1969)

MARX, E., H.J. SYKOSCH, H. GOEBEL u. G. ARNOLD:

Klinische und experimentelle Erfahrungen mit einem bifokalen atrioventrikulären Demand-Schrittmacher.

Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg., 37, 465 (1971)

MELTZER, L.E.:

Indications for Temporary Pacing. Mechanisms and Therapy of Cardiac Arrhythmias.

Leonard. S. Dreifus and William Likoff, New York and London, 581 (1967)

MEYER, J.:

Spezielle Indikationen zur erweiterten Therapie mit elektrischen Herzschrittmachern.

Med. Welt, 43, 1839 (1970)

MICHEL, D., W. ZIMMERMANN, G. ALBER, E. EIGLER u. W. TEUBNER:

Schrittmachertherapie der akuten AV-Blockierung bei frischem Myokardinfarkt.

Münchener Med. Wschr., 113, 1717 (1971)

NAGER, F.:

Erfahrungen und Fortschritte in der Schrittmacherbehandlung.
Med. Welt, 24, 1102 (1973)

NAGER, F.:

Pharmakotherapie bei Schrittmacherpatienten.
Dtsch. med. Wschr., 98, 1773 (1973)

NEEF, H., P. RIKIRSCH, K.P. WENZEL u. G.A. SCHMIDT:

Behandlungsergebnisse bei Schrittmacherträgern.
Z. inn. Med., 26, 519 (1971)

NORRIS, R.M.:

Symposium on Cardiac Arrhythmias.
Elsinore, Denmark, 734 (1970)

RUPP, M., W. BLEIFELD, D. FLEISCHMANN u. J. MEYER:

Untersuchungen über das Vorkommen des Rechtsschenkel-
blocks.
Med. Welt, 22, 1789 (1972)

SÄUBERLI, H., K. SCHREIBER, I. BABOTAI, W. MEIER u. A. SENNING:

Herzschrittmacher-Indikation und Resultate bei 257 Patienten.
Praxis, 61, 1354 (1972)

SCHAEFER, J., H.-J. SCHWARZKOPF u. C. PAPE:

Zur Reduktion hypertoner systolischer Blutdruckwerte bei
bradykarden Rhythmusstörungen durch eine schrittmacher-
induzierte Anhebung der Herzfrequenz.
Klin. Wschr., 52, 198 (1974)

SCHAUDIG, A., H. MEISSNER, R. THURMAYR, M. LUCAS u. M. ZIMMER-
MANN:

Ergebnisse, Funktionszeiten und Überwachung nach Schrittmacherbehandlung.

Langenbecks Arch. Chir., 329, 608 (1971)

SCHEPPOKAT, K.D. u. F. SABOROWSKI:

Therapie und Herzrhythmusstörungen.

Nauh. Fortb. Lehg., 33, 46 (1968)

SCHIEFFER, H., L. BETTE, P. DOENECKE, G. HARBAUER, H. HEINZ,
W. HOFFMANN, K. HOFMANN, Chr. KLEIN, H. MANNEBACH, G.
RETTIG u. H. STEEB:

Erfahrungen mit intrakardialen Herzschrittmachern.

Münch. Wschr., 113, 1712 (1971)

SCHLOSSER, R., E. HASCHE, G. DIPPMANN, H. FIEHRING u. H.
SCHAEDEL:

Erfahrungen bei Dauertherapie mit elektrischen Herzschrittmachern.

Zschr. inn. Med., 27, 888 (1972)

SCHULTEN, H.K., K.D. GROSSER u. G. STEINBRÜCK:

Langzeitmessungen von Reizschwellen bei endokardialen Schrittmachersonden.

Z. Kardiolog., 62, 617 (1973)

SCHWARZKOPF, H.J., J. SCHAEFER, W. NIEDERMAYER u. K. HELD:

Der Einfluß der elektrischen Doppelstimulation mit unterschiedlicher Reizfrequenz auf das Herzschlag- und Herzminutenvolumen des Hundes.

Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg., 34, 261 (1968)

SCHWARZKOPF, H.J., J. SCHAEFER u. W. NIEDERMAYER:

Der Einfluß der elektrischen Doppelstimulation des Herzens auf die Koronardurchblutung.

Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg., 35, 272 (1969)

SEREMITS, M.G., V. C. GUZMAN, W.S. LYONS and J.W. PEABOY, Jr.:

Cardiac Pacemakers.

American Heart J., 85, 739 (1973)

SOLTI, F., M. ISKUM u. Z. SZABO:

Hämodynamische Veränderungen beim Vorhofkammerblock vor und nach Schrittmacherimplantation.

Z. inn. Med., 25, 219 (1970)

SOLTI, F., Z. SZABO, F. RENYI-VAMOS JR., K. SAVAI u. E. BODOR:

Über die Behandlung von Tachyarrhythmien mit Schrittmacherimplantation.

Z. Kreislaufforschg., 61, 103 (1972)

STAPENHORST, K., H.E. HOFFMEISTER, R. STUNKAT, L. BRUNNER, W. HÜGEL u. H. RASTAN:

Über die Behandlung mit Herzschrittmachern.

Z. Allgemeinmed./Landarzt., 14, 744 (1970)

STRAUER, B.E., L. BRUNNER u. N. DEHNE:

Die Behandlung des Carotissinus-Syndroms mittels kardialer Schrittmacherstimulation.

Dtsch. med. Wschr., 98, 558 (1973)

SYKOSCH, H.J.:

Zur Schrittmachertherapie: Die Anwendung von Schrittmachern und die apparativen Möglichkeiten zur Behandlung von Herzrhythmusstörungen.

Z. Allgemeinmed./Landarzt, 47, 1394 (1971)

THEISEN, K., H.W. GROHMANN u. H. JAHRMÄRKER:

Auftreten eines Wolff-Parkinson-White-Syndroms bei elektrischer Stimulation des linken Vorhofs.

Klin. Wschr., 19, 366 (1971)

THEISEN, K., F. ZACOUTO, H. GROHMANN u. H. JAHRMÄRKER:

Refraktärzeitmessung bei absoluter Arrhythmie mit orthorhythmischer Serienstimulation.

WITTE, J., L. DRESSLER u. J. VOGEL:

Klinische Erfahrungen mit ventrikelgesteuerten Herzschrittmachern.

Z. inn. Med., 26, 22 (1971)

WOLNER, E., W. ENENKEL, H. THOMA, M. DEUTSCH, W. FASCHING,
G. RABERGER u. J. NAVRATIL:

Zur Therapie der tachykarden Herzinsuffizienz.

Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg., 35, 276 (1969)

A n h a n g

Diagramme der Herzschrittmacherpatienten, die vor Implantation einen langjährigen Hypertonus hatten und während Schrittmachertherapie ein Verschwinden oder eine wesentliche Besserung ihres Hypertonus zeigten.

Stationär gewonnene Blutdruckwerte sind mit einem Punkt gekennzeichnet, ambulant gewonnene mit einem kleinen Kreis.

Punktierte Flächen bedeuten, daß am selben Tag mehrmals gemessen wurde, da der Blutdruck schwankte. Die Flächenbegrenzung kennzeichnet die maximalen und die minimalen Blutdruckwerte. Entsprechendes gilt für die Pulsfrequenz.

G r u p p e I

(Abb.1 - Abb.3)

3 Patienten, die während Schrittmachertherapie
keinen Hypertonus mehr hatten.

Abb. 1:

H.S.: Alter: 73
67; 632/70

Diagnose: - langsame Flimmerarrhythmie

- Hypertonus

Anamnese: Hypertonus schon
2 Jahre lang (seit 1968)

Symptom: Adams-Stokesche Anfälle

Beobachtungszeit: vor Schrittmachernanwendung: 1 Tag
während " 9 Tage

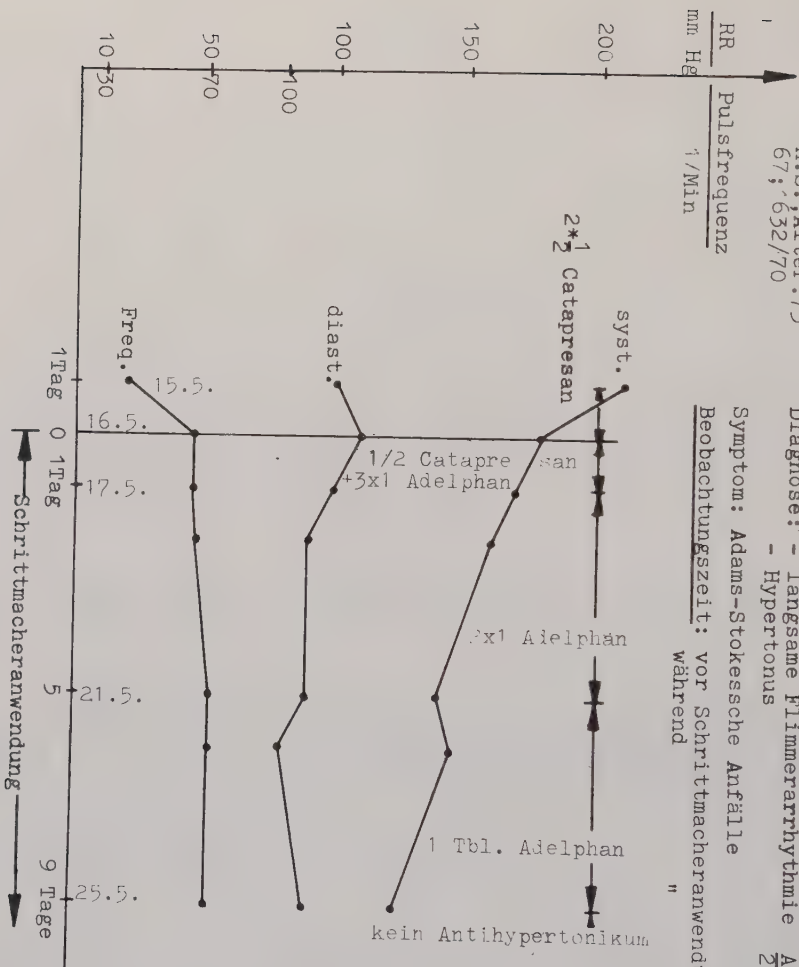


Abb. 2:

St. M.; Alter 65;
169; 184,8; 64

Diagnose: - inkonstanter AV-Block III.
- anfallsweise Asystolie
Symptom: Adams-Stokesche Anfälle

Anamnese: Schon seit
mehreren Jahren hoher
Blutdruck (syst. 190)
bekannt.

Beobachtungszeit:

vor Schrittmacheranwendung 1 Jahr + 6 Monate
während " " 15 Tage

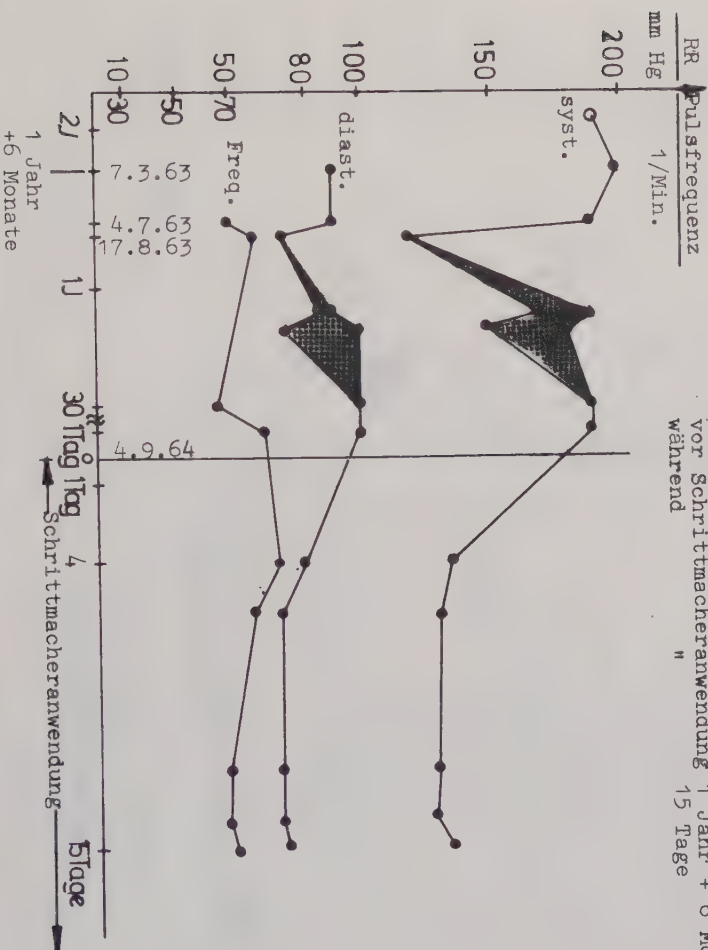


Abb. 3:

A.J.: Alter: 68
3; 44/2/72

Diagnose: - inkonstanter AV-Block III.

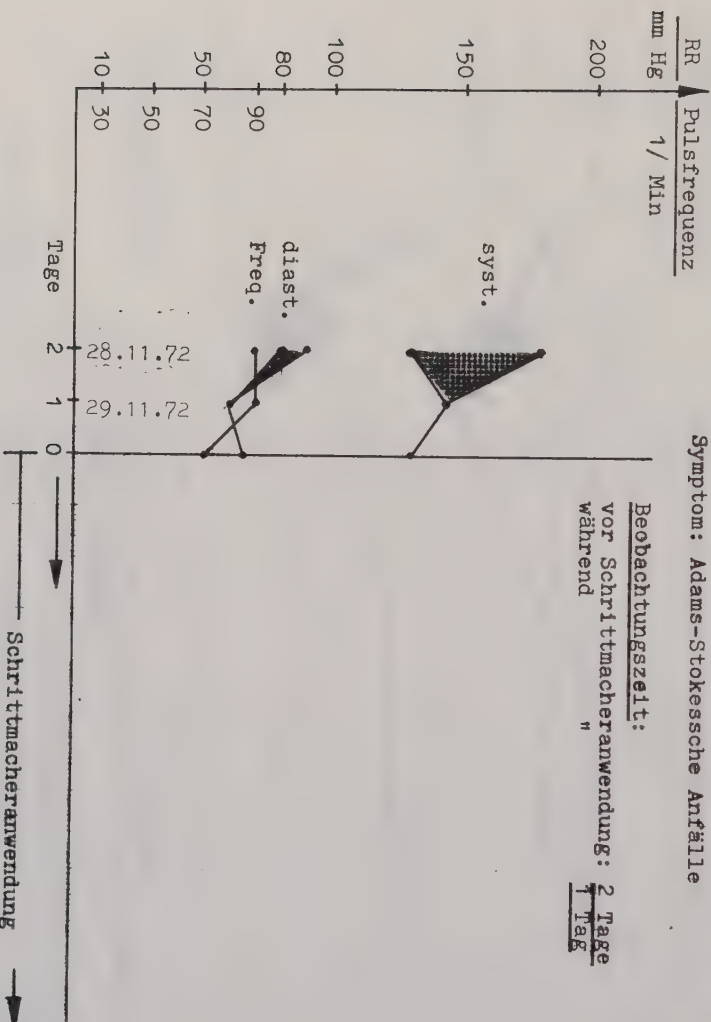
- anfallsweise Asystolie
- Hypertonie

Anamnese: Hypertonus
seit über 3 Jahren, d.h.
seit 1969

Symptom: Adams-Stokesche Anfälle

Beobachtungszeit:

vor Schrittmacheranwendung: 2 Tage
während " 1 Tag



G r u p p e I I

(Abb.4 - Abb.6)

3 Patienten, die während Schrittmachertherapie eine Besserung des Hypertonus im Vergleich zum nichtbradykardiebedingten Hypertonus vor Schrittmacheranwendung zeigten.

Abb. 4:

N.A.; Alter: 71; Diagnose: - langsame Flimmerarrhythmie
- 113; 656/72 - Hypertonus

Symptom: physische Leistungsminderung

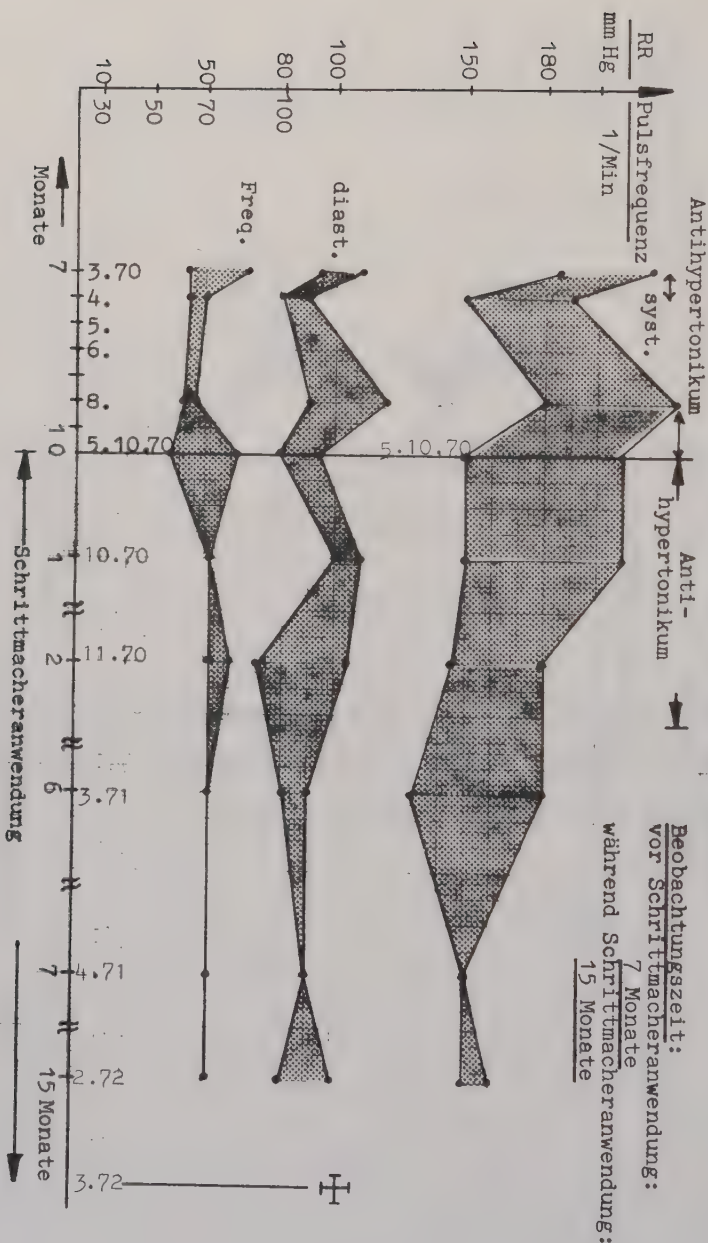


Abb. 5:

Dr. R. E.; Alter: 85;
126; 707/71

Diagnose: - inkonstanter AV-Block III.
- Hypertonus

Symptom: Adams-Stokesche Anfälle

Beobachtungszeit:
vor Schrittmacheranwendung: 1 Tag
während " 17 Tage

Anamnese: Seit vielen Jahren Hochdruckleiden bekannt
Einweisender Arzt: Seit Jahren Hypertonie mit 110-120 mm Hg diastolisch

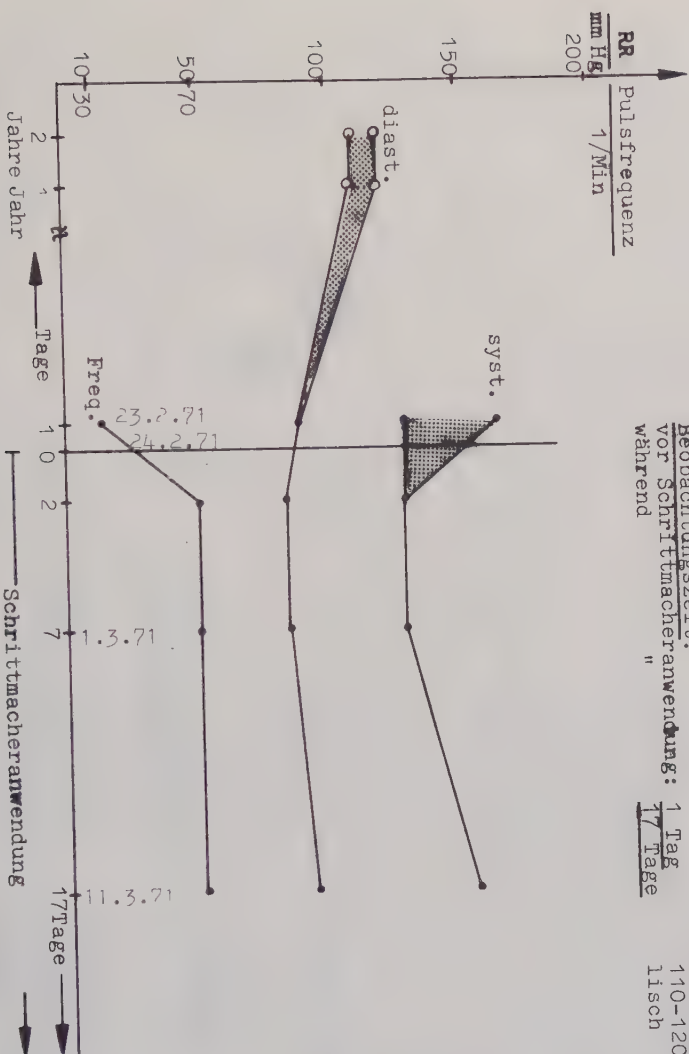


Abb. 6:

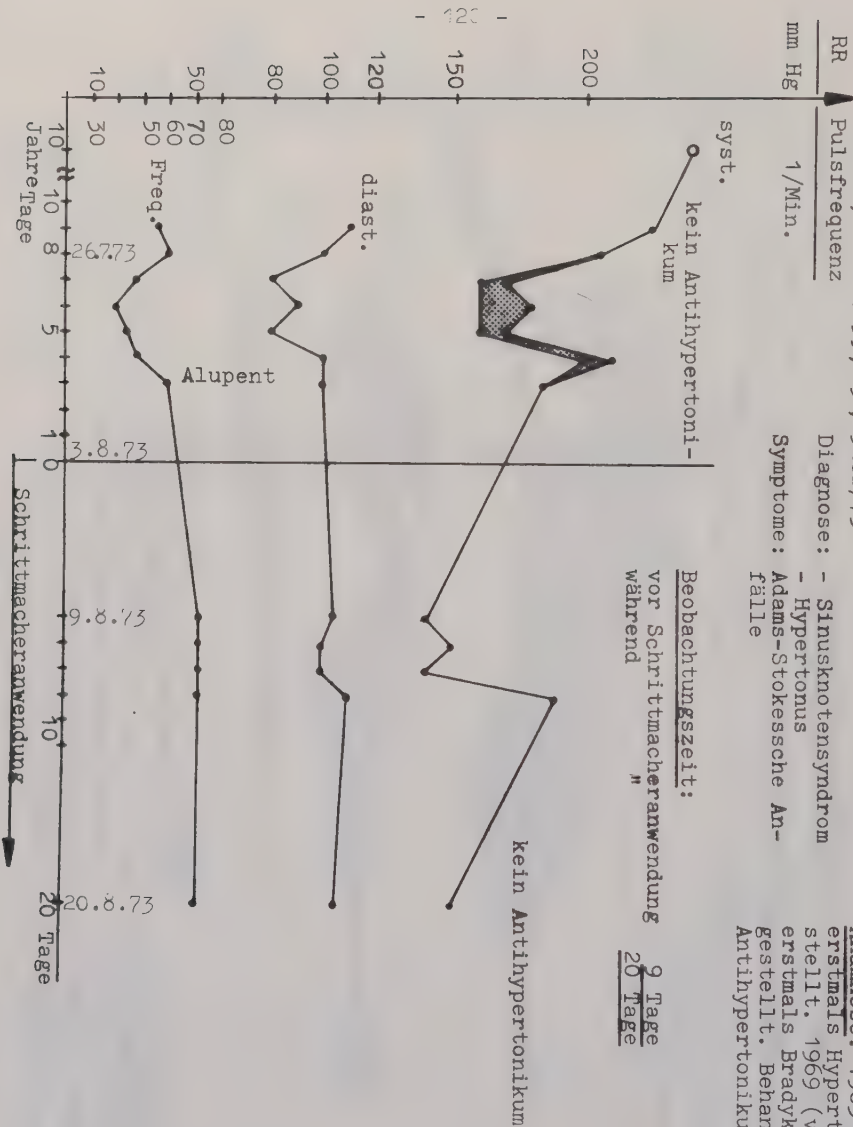
B.A.; Alter: 59; 9; 3282/73

Diagnose: - Sinusknotensyndrom

- Hypertonus

Symptome: Adams-Stokesche Anfälle

Anamnese: 1963 (vor 10 Jahren) erstmals Hypertonus festge-
stellt. 1969 (vor 4 Jahren)
erstmalig Bradykardie fest-
gestellt. Behandlung mit
Antihypertonikum.



G r u p p e I I I

(Abb.7 - Abb.14)

8 Patienten, bei denen während Schrittmachertherapie noch ein geringer Hypertonus vorhanden ist. Es ist eine deutliche Besserung gegenüber dem bradykardiebedingten Hypertonus zu erkennen.

Abb. 7:

W.A.; Alter: 54
186; 2352/63

Diagnose: - permanenter AV-Block III.

- durch Kammerbradykardie

ausgelöste Tachykardie

- Hypertonus

- Z.n. Herzinfarkt

Symptome: Adams-Stokesche Anfälle

Beobachtungszeit:

vor Schrittmachereanwendung
während

1 Jahr
6 Monate

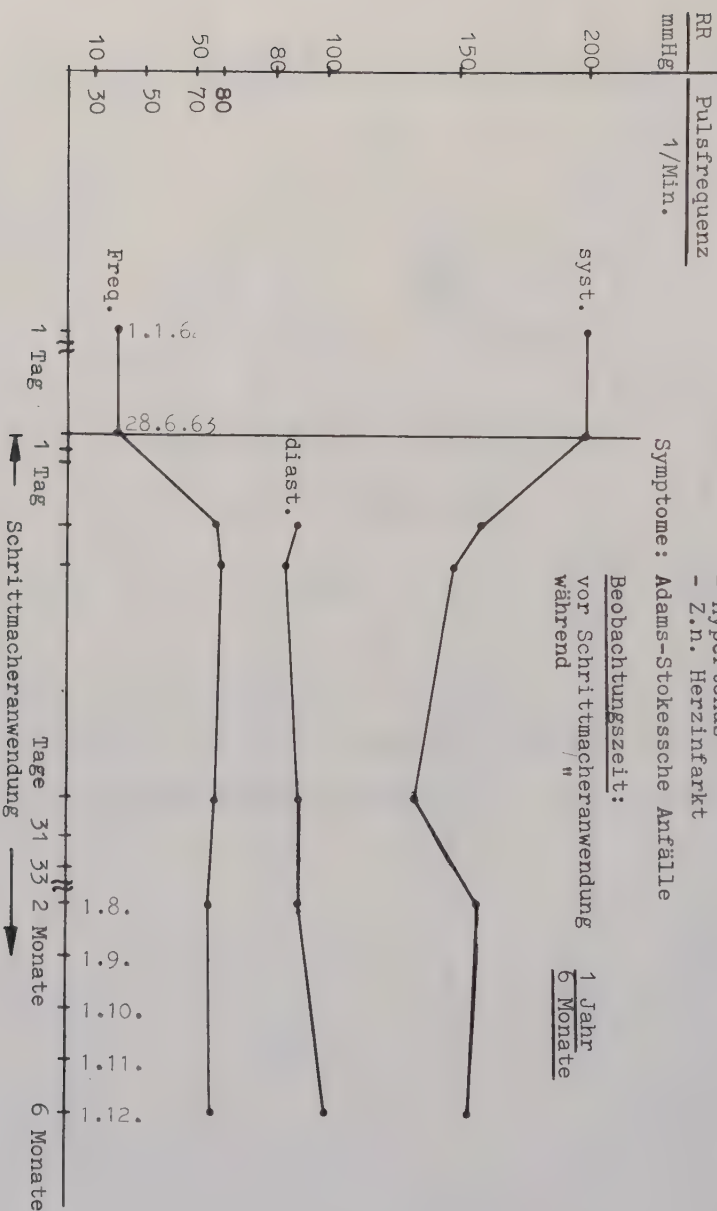


Abb. 8:

Dr. G. R.; Alter: 75
48; 93/71

Diagnose: - inkonstanter AV-Block II.
- Hypertonus

Symptom: physische Leistungsminde-
rung

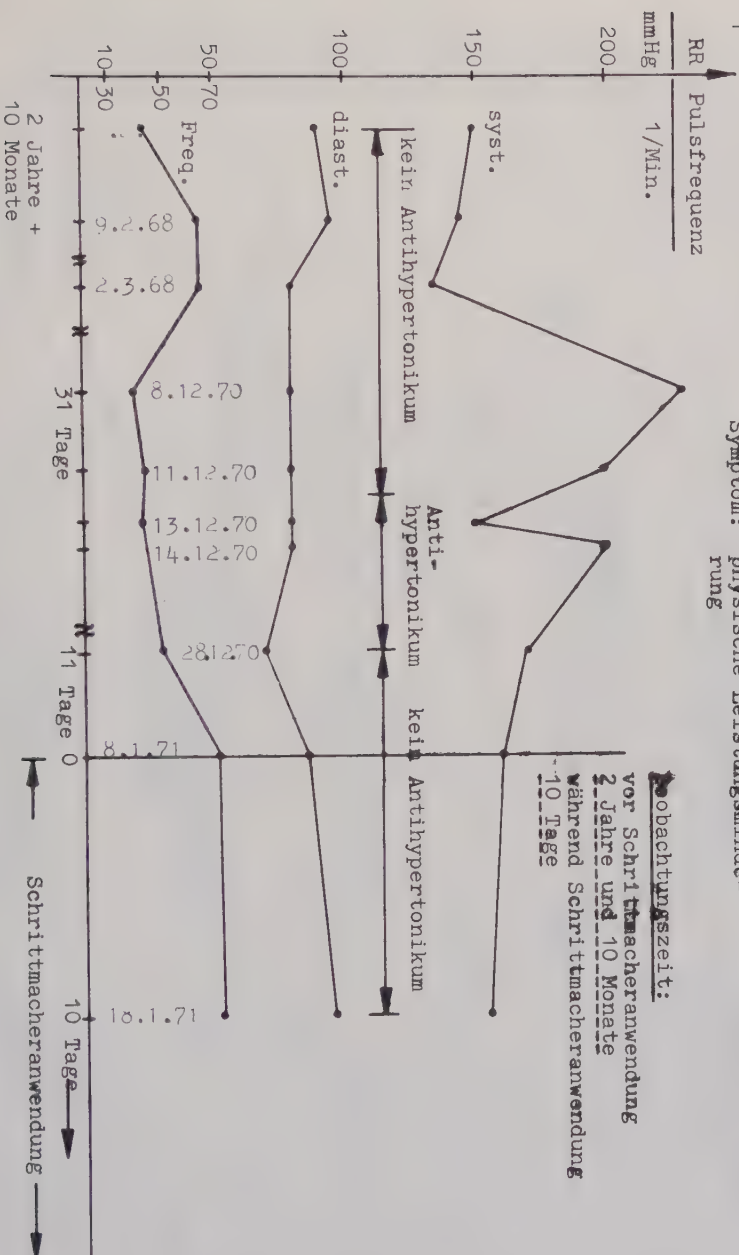


Abb. 9:

H. W.; Alter: 73
52; 1634/69

RR
Pulsfrequenz

mmHg
1/Min.

Diagnose: - permanenter AV-Block III.

- Kammerbradykardie
- Hypertonus

Symptome: Schwindelanfälle

Anamnese: Therapie
mit Antihypertonikum
vor Schrittmacher-
anwendung.

Anti-
hypertonikum

Beobachtungszeit:
vor Schrittmacheranwendung
während Schrittmacheran-
wendung

1 Tag
5 Monate

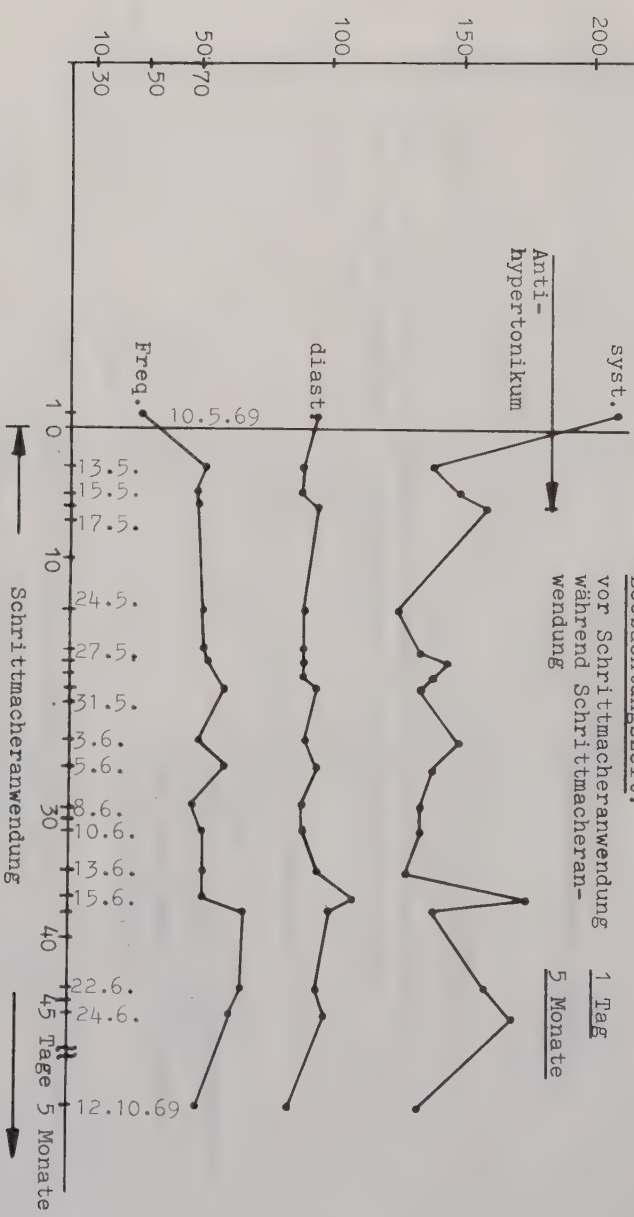


Abb. 10:

S. I. i. Alter: 71
158/248/71

Diagnose: - permanenter AV-Block III.
- Kammerbradykardie
- Hypertonus

Symptome: Adams-Stokesche Anfälle

Anamnese: Blutdruck-
kontrolle durch Haus-
arzt seit 1953, 180 mm Hg
systolisch bis 180 mm Hg
April 67 erstmals Brady-
kardie

Beobachtungszeit:

vor Schrittmacheranwendung 8 Tage
während " 4 Jahre

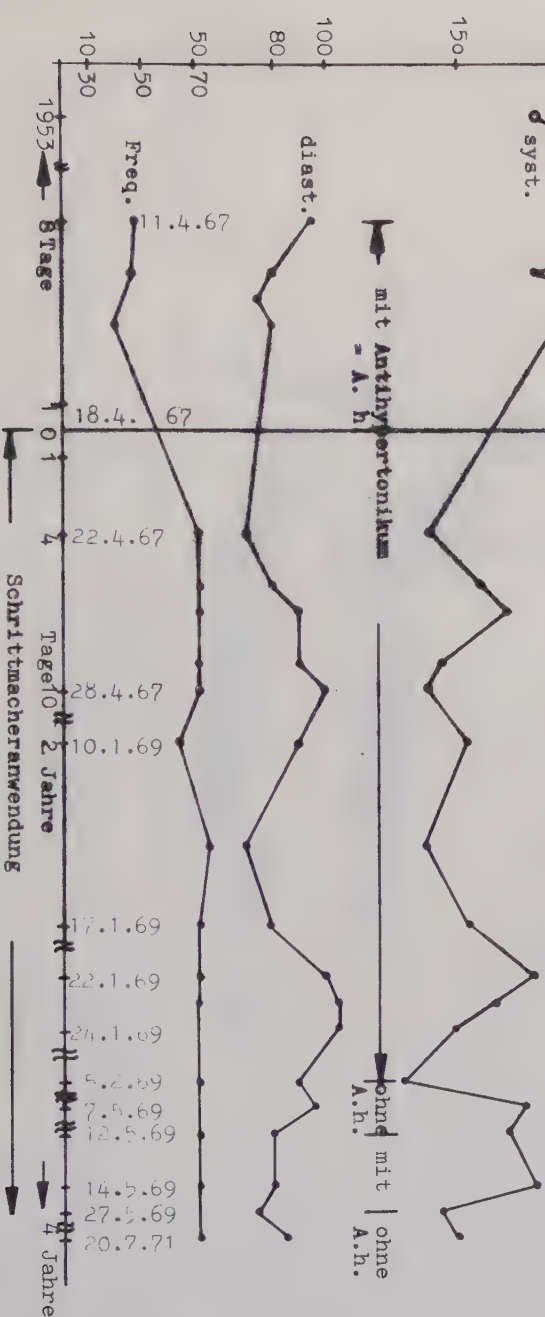


Abb. 11:

W. A.; Alter: 88
192; 2329/69

Diagnose: - permanenter AV-Block III.

- Kammerbradykardie
- Hypertonus

Anamnese: Bluthochdruck schon 2 Jahre bekannt.

Symptome: Adams-Stokesche Anfälle

Beobachtungszeit:
vor Schrittmachereinsatz
während "

1 Tag
7 Tage

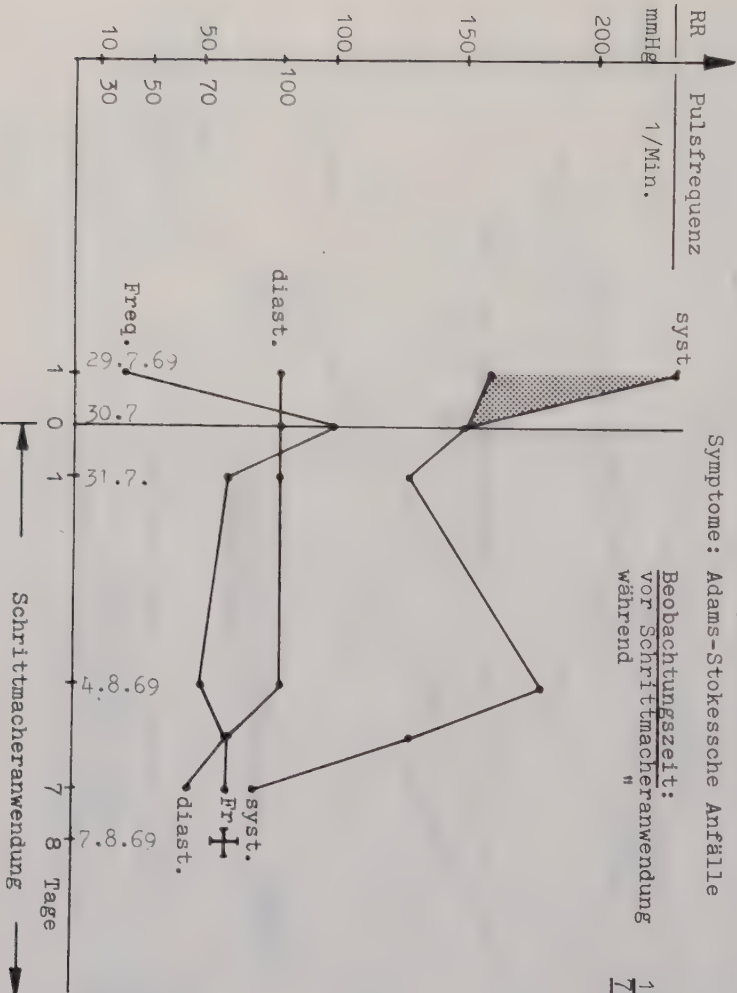
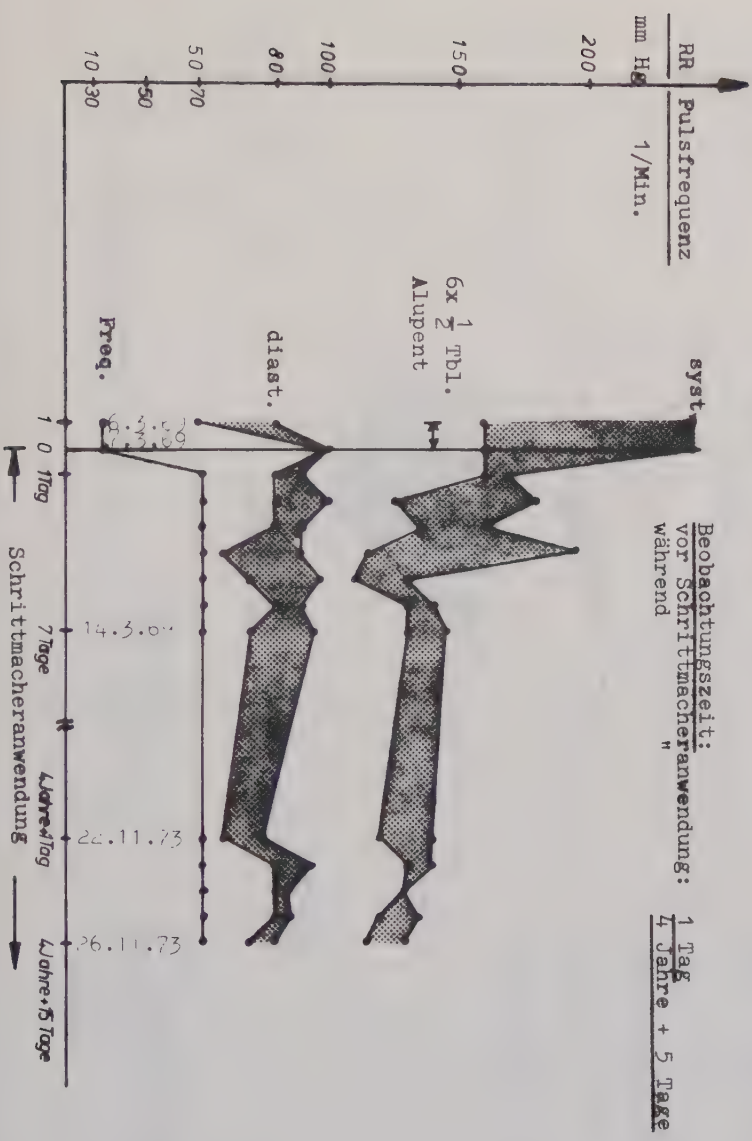


Abb. 12:
Dr. V.H.; Alter: 72
181; 4835/73

Diagnose: - AV-Block III.
- Kammerbradykardie
- Hypertonus
Symptome: Adams-Stokesche Anfälle

Anamnese: Hypertonus seit
1962 (vor 7 Jahren).
Zugehörige Frequenz
nicht bekannt.



J.K.; Alter: 67
70; 2160/73

Diagnose: - SA - Block
- Kammerbradykardie
- Hypertonus

Symptome: Adams-Stokesche-Anfälle

Anamnese: Seit mehreren Jahren wegen Hochdruck beim Hausarzt in Behandlung.

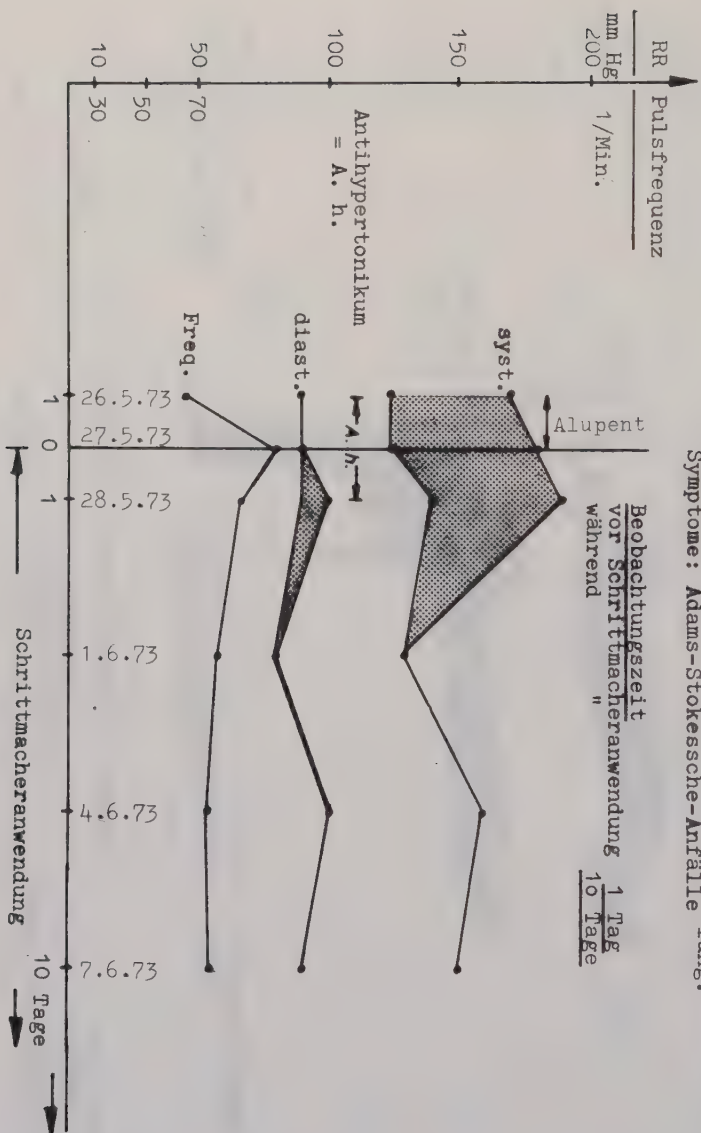


Abb. 14:

W.A.; Alter: 64
185; 1626/65

Diagnose: permanenter AV-Block III.
Kammerbradyskardie
Hypertonus

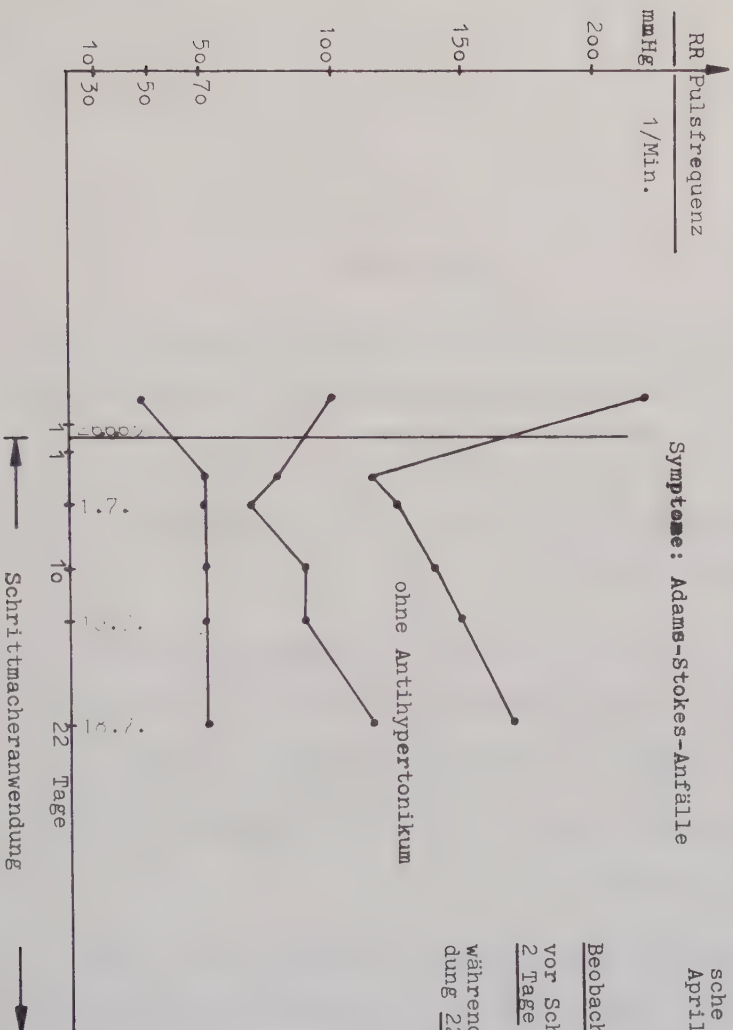
Anamnese: Hypertonus
ohne Bradyskardie
seit 1963. Adams-Stokes-
sche Anfälle erst seit
April 1964

Symptome: Adams-Stokes-Anfälle

Beobachtungszeit:

vor Schrittmacheranwendung
2 Tage

während Schrittmacheranwen-
dung 22 Tage



Lebenslauf

Am 15. 7. 1944 wurde ich in Neckarsulm geboren, wo ich auch von 1950 bis 1954 die Johannes Häusler Volksschule besuchte. Das Abitur legte ich 1963 am Albert Schweitzer Gymnasium in Neckarsulm ab. Anschließend absolvierte ich ein Praktikum der Metallverarbeitung für die Dauer eines halben Jahres in den NSU-Werken meines Heimatortes.

Im Herbst 1963 begann ich mit dem Studium der Elektrotechnik an der Universität Stuttgart, wo ich dann im Frühjahr 1969 die Diplomhauptprüfung ablegte. Nach Einreichung meiner Diplomarbeit auf dem Gebiet der Systemtheorie wurde mir zu Beginn des Jahres 1970 der akademische Grad des Diplomingenieurs für Elektrotechnik verliehen.

Im Frühjahr 1970 nahm ich das Studium der Humanmedizin an der Universität München auf. Nach Vorphysikum und Physikum legte ich im Dezember 1975 die Ärztliche Prüfung ab.

